This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

A1.6

Bound
NOV 12 1898

HARVARD UNIVERSITY.

Mineralogical Laboratory,

UNIVERSITY MUSEUM.

5 June 1894 — 8 Mar. 1895

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DE

MINÉRALOGIE

(ANCIENNE SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE DE FRANCE)

Fondée le 21 Mars 1878

RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR DÉCRET DU 2 FÉVRIER 1886.

TOME DIX-SEPTIÈME

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS

15, rue des Saints-Pères, 15

MAISON A LIÈGE, RUE DES DOMINICAINS, 7

—

1894

Digitized by Google

825.4/5

HARVARD UNIVERSITY,
CAMBRIDGE,
MASS.
Dept. of Mineralogy & Petrography.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DE

MINÉRALOGIE

STATUTS

Article premier.

L'association dite Société française de Minéralogie, fondée en 1878, a pour but de concourir au progrès de la Minéralogie et de la Cristallographie.

Elle a son siège à Paris.

Art. 2.

La Société se compose de membres honoraires, de membres perpétuels et de membres ordinaires, en nombre illimité.

Pour être membre ordinaire, il faut :

1° Avoir été présenté par le Bureau de la Société, sur la proposition de deux membres ;

2° Payer une cotisation annuelle, dont le minimum est fixé à vingt francs.

Digitized by Google

La cotisation annuelle peut être rachetée par le versement d'une somme égale à douze fois et demie le montant de la cotisation annuelle; ce versement donne droit au titre de membre à vie.

Le titre de membre perpétuel est conféré à tout membre ayant versé au moins la somme de 500 francs.

La Société, sur la proposition du Conseil, peut conférer le titre de membre honoraire, comme un hommage et une distinction particulière, à des minéralogistes distingués de la France et de l'Étranger.

Art. 3.

La Société est administrée par un Bureau composé de : un Président, deux Vice-Présidents, deux Secrétaires, l'un pour la France et l'autre pour l'Étranger, un Trésorier, un Archiviste, et par un Conseil composé de six membres résidents. Le Bureau de la Société est de droit le Bureau du Conseil. Il doit être choisi exclusivement parmi les membres français.

Le Bureau est élu pour un an, à la pluralité des voix des membres présents à l'Assemblée générale. Tous les membres de la Société sont appelés à participer (s'il y a lieu, par correspondance) à l'élection du Président, lequel doit être choisi parmi les Vice-Présidents sortants, ainsi qu'à celle des Vice-Présidents. Les Secrétaires, le Trésorier et l'Archiviste sont nommés pour deux ans. Le Conseil est renouvelé chaque année par moitié. Les élections ont lieu dans l'Assemblée générale.

Le Conseil se réunit au moins une fois tous les trois mois et aussi chaque fois qu'il est convoqué par son Président ou sur la demande du quart au moins de ses membres.

La présence de sept membres au moins est nécessaire pour la validité des délibérations.

Digitized by Google

Il est tenu procès-verbal des séances du Conseil; ces procès-verbaux sont signés par le Président et le Secrétaire.

Art. 4.

Les délibérations relatives à l'acceptation des dons et legs, aux acquisitions et échanges d'immeubles, sont soumises à l'approbation du Gouvernement.

Art. 5.

Les délibérations relatives aux aliénations, constitutions d'hypothèques, baux à long terme et emprunts ne sont valables qu'après l'approbation par l'Assemblée générale.

Art. 6.

Le Trésorier représente la Société en justice et dans les actes de la vie civile.

Art. 7.

Toutes les fonctions de la Société sont gratuites.

Art. 8.

Les ressources de la Société se composent :

1° Des cotisations et souscriptions de ses membres ;

2° Des dons et legs dont l'acceptation aura été autorisée par le Gouvernement ;

3° Des subventions qui pourront lui être accordées.

4° Du revenu des biens et valeurs de toutes sortes lui appartenant.

Digitized by Google

Art. 9.

Les fonds disponibles seront placés en rentes nominatives 3 °/₀ sur l'État, ou en obligations, soit du Crédit Foncier, soit des chemins de fer français, pour lesquels le minimum d'intérêt est garanti par l'État.

Art. 10.

Le fonds de réserve comprend :

1° Les sommes versées pour le rachat des cotisations ;

2° Les versements des membres perpétuels ;

3° La moitié des libéralités autorisées sans emploi.

Le fonds est inaliénable ; ses revenus peuvent être appliqués aux dépenses courantes.

Art. 11.

Les moyens d'action de la Société sont :

1° Des séances remplies par la présentation, l'indication et la discussion des travaux relatifs à la minéralogie ; enfin par les expériences qu'il peut paraître utile ou intéressant de répéter en public ;

2° La publication d'un *Bulletin*, au moins bimensuel, relatif à l'objet des études de la Société.

Art. 12.

Aucune publication ne peut être faite au nom de la Société sans l'examen préalable et l'approbation du Bureau.

Digitized by Google

Art. 13.

L'Assemblée générale des membres de la Société se réunit au commencement de chaque année.

Son ordre du jour est réglé par le Conseil.

Son Bureau est celui du Conseil.

Elle entend les rapports sur la gestion du Conseil, sur la situation financière et morale de la Société.

Elle approuve les comptes de l'exercice clos, vote le budget de l'exercice suivant et pourvoit au renouvellement des membres du Conseil.

Le rapport annuel et les comptes sont adressés, chaque année, à tous les membres, au Préfet de la Seine et aux Ministres de l'Intérieur et de l'Instruction publique.

Art. 14.

La qualité de membre de la Société se perd :

1° Par la démission ;
2° Par le refus d'acquitter sa cotisation.

Art. 15.

Les statuts ne peuvent être modifiés que sur la proposition du Conseil ou celle de vingt membres, soumise au Bureau au moins un mois avant la séance.

L'Assemblée extraordinaire, spécialement convoquée à cet effet, ne peut modifier les statuts qu'à la majorité des deux tiers des membres présents.

L'Assemblée doit se composer du quart au moins des membres résidant en France, présents ou dûment représentés.

Digitized by Google

Art. 16.

L'Assemblée générale, appelée à se prononcer sur la dissolution de la Société et convoquée spécialement à cet effet, doit comprendre au moins la moitié plus un des membres en exercice, résidant en France. Ses résolutions sont prises à la majorité des deux tiers des membres présents et soumises à l'approbation du Gouvernement.

Art. 17.

En cas de dissolution, l'actif de la Société est attribué, par délibération de l'Assemblée générale, à un ou plusieurs établissements analogues et reconnus d'utilité publique. Cette délibération est soumise à l'approbation du Gouvernement.

Art. 18.

Il sera procédé de même en cas de retrait de l'autorisation donnée par le Gouvernement.

Dans le cas où l'Assemblée générale se refuserait à délibérer sur cette attribution, il sera statué par un décret, rendu en forme des règlements d'administration publique.

Art. 19.

Un règlement intérieur, adopté par l'Assemblée générale et approuvé par le Ministre de l'Instruction publique, arrête les conditions de détail propres à assurer l'exécution des présents Statuts. Il peut toujours être modifié dans la même forme.

Digitized by Google

RÈGLEMENT INTÉRIEUR

Séances. — Bulletin. — ARTICLE PREMIER.

La Société tient ses séances le deuxième jeudi de chaque mois, de novembre à juillet. Un Bulletin est publié après chaque séance.

ART. 2.

Le Bulletin comprend : les communications faites par les membres et une revue aussi complète que possible des publications faites en France et à l'Étranger, relatives à la Minéralogie et à la Cristallographie.

Élections. — ART. 3.

Le Président et les Vice-Présidents sont élus à la pluralité des voix ; un au moins des Vice-Présidents devra être choisi parmi les membres résidant à Paris.

Finances. — ART. 4.

Le Conseil nomme une Commission qui vérifie les comptes du Trésorier avant la séance générale où elle en propose l'approbation à la Société.

Diplôme. — ART. 5.

Les membres de la Société pourront, sur leur demande, recevoir un Diplôme, moyennant versement d'une somme de 10 francs. Le diplôme est délivré gratuitement et d'office aux membres honoraires, aux membres perpétuels et aux membres à vie.

Digitized by Google

Membres perpétuels. — Art. 6.

Sont nommés membres perpétuels les membres qui versent une somme de 500 francs au moins.

Les membres à vie peuvent, en complétant un versement de 500 francs, devenir membres perpétuels.

Dispositions diverses. — Art. 7.

Les membres ordinaires admis dans les séances de novembre et de décembre ne recevront le *Bulletin* qu'à partir du 1er janvier de l'année suivante et ne devront de cotisation qu'à partir de cette date. Sur leur demande expresse et contre le paiement de la cotisation de l'année courante, ils recevront en outre le *Bulletin* paru durant celle-ci.

Lorsqu'un membre ordinaire demandera à devenir membre à vie ou membre perpétuel au cours d'une année pour laquelle il aurait déjà acquitté sa cotisation annuelle, il lui sera tenu compte de ce versement.

Les bibliothèques, musées, sociétés, etc., pourront être aux mêmes conditions que les personnes, membres ordinaires ou membres perpétuels: mais ces établissements, en nom collectif, ne pourront être membres à vie.

Digitized by Google

LISTE

DES

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

1894

Membres honoraires décédés.

MILLER (W. H.).
ADAM.
KOBELL (Fr. von).
SMITH (Lawrence).
SELLA (Q.).
RATH (G. vom).
DOMEYKO (I.).
LEUCHTENBERG (S. A. I. le grand-duc Nic. de).
KOKSCHAROW (N. de).
SCACCHI (A).
SZÁBO (J.).

Membres honoraires.

DAMOUR (A.), membre de l'Institut, 10, rue Vignon, Paris.

DANA (J.-D.), professeur au Yale College, New Haven, Connecticut.

DES CLOIZEAUX (A.), membre de l'Institut, professeur honoraire de minéralogie au Muséum, 13, rue Monsieur, Paris.

LANG (V. von), professeur à l'Université de Vienne.

MARIGNAC (Ch. de), professeur à l'Académie, Genève.

NORDENSKIOELD (Baron A. E.), membre de l'Académie des Sciences, Stockholm.

RAMMELSBERG (Prof. Dr C.), Geh. Bergrath, 10, Schönebergerstrasse, Berlin, S. W.

ROSENBUSCH (Dr H.), professeur à l'Université de Heidelberg.

TOPSOE (Dr H.), professeur à l'École militaire de Copenhague.

TSCHERMAK (Dr G.), professeur à l'Université de Vienne.

Membres perpétuels.

BERTRAND (Émile), ingénieur, 2, rue de la Planche, Paris.

JOSÉ SEIDEL Y AYMERICH, professeur à la Faculté des Sciences de la Havane (Cuba).

Digitized by Google

Membres ordinaires (1).

AGUILLON, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École des Mines, 71, Faubourg-Saint-Honoré, Paris.

m AMARAL (Fr. José de Santa Maria), mostero de S. Bento, à Rio de Janeiro.

AMIOT (H.), ingénieur en chef des mines, attaché à la direction des chemins de fer de P. L. M., 4, rue Weber, Paris.

ANTOINE, Cassano, par Calenzana (Corse).

ARMACHEWSKI (P.), professeur à l'Université de Kiew (Russie).

ARZRUNI (Dr), professeur à l'École technique d'Aix-la-Chapelle.

ATANASESCO (N.), docteur ès sciences, professeur de chimie à la Faculté de Médecine, Bucharest.

AUGÉ, propriétaire de mines, 6, rue Barralerie, Montpellier (Hérault).

BARET (Ch.), pharmacien, 2, place Delorme, Nantes.

m BARROIS (Charles), professeur-adjoint à la Faculté des Sciences, 185, rue de Solférino, Lille.

BAUER (Dr Max), professeur à l'Université, Marburg (Hesse).

BEAUGEY, ingénieur des Mines, Bordeaux.

BEL, ancien élève de l'École polytechnique, Ingénieur civil des mines, 110, boulevard Malesherbes, Paris.

BEN-SAUDE (Alf.), professeur à l'Institut industriel, 30, rue São Francisco de Paula, Lisbonne.

BERGERON (Jules), Professeur de géologie et de minéralogie à l'Ecole centrale, 157, boulevard Haussmann, Paris.

BERTRAND (Marcel), ingénieur en chef des mines, professeur à l'École des Mines, 101, rue de Rennes, Paris.

BESNARD DU TEMPLE, pharmacien, place d'Aine, Limoges.

BIBLIOTHÈQUE de l'Université de Grenoble.

BIBLIOTHÈQUE de l'Université de Louvain (Belgique).

BLOT (l'abbé), missionnaire apostolique, docteur en théologie, docteur ès lettres, 23, avenue de Messine, Paris.

BOMBICCI PORTA (Louis), professeur et directeur du Musée de Minéralogie, à l'Université de Bologne (Italie).

(1) La lettre *m* indique les membres à vie.

Digitized by Google

BONNET (Ed.), ingénieur des Arts et Manufactures, 1, rue du Peyrat, Lyon.

BOUBÉE (Madame E.), 3, boulevard et place Saint-André-des-Arts, Paris.

BOUCHARD (Dr), membre de l'Institut, 174, rue de Rivoli, Paris.

m BOUCHARDAT (Gust.), professeur à l'École de Pharmacie, 108, boulevard Saint-Germain, Paris.

BOURGEAT (l'abbé), docteur ès sciences, professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

m BOURGEOIS (Léon), répétiteur à l'École polytechnique, assistant au Muséum d'histoire naturelle, 1, rue du Cardinal-Lemoine, Paris.

BRÉON (René), ingénieur civil, Semur (Côte-d'Or).

BÜCKING (Dr Hugo), professeur à l'Université de Strasbourg.

m BUREAU (Dr Louis), professeur à l'École de Médecine, directeur du Musée d'histoire naturelle, 15, rue Gresset, Nantes.

CARNOT (Ad.), ingénieur en chef des mines, professeur à l'Ecole des Mines, Paris.

CASTILLO (Ant. del), directeur de l'École des Mines de Mexico.

CAYEUX, préparateur à l'École des Mines, Paris.

CESÀRO (G.), professeur de Minéralogie à l'Université de Liège (Belgique).

CHABRIÉ (Camille), docteur ès sciences, chef du Laboratoire de chimie de la Clinique des voies urinaires, 9, avenue de Saxe, Paris.

CHAPER (Maurice), ingénieur, 31, rue Saint-Guillaume, Paris.

CHESTER (A.), professeur au Rutgers College, New Brunswick, New-York (États-Unis).

CHUDEAU, chargé du cours de Géologie et de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Besançon.

CHURCH (A. H.), F. R. S., professeur de chimie, Shelsley, Kew Gardens, Surrey (Angleterre).

COHEN (Dr E.), professeur à l'Université, 25 Markt, Greifswald (Allemagne).

COLORIANO (P. Ant.), docteur ès sciences, directeur de l'École Normale d'instituteurs, Bucharest (Roumanie).

Digitized by Google

COUTTOLENC, professeur à l'École professionnelle, 55, rue Libergier, Reims.

m CORNU (A.), membre de l'Institut, professeur de physique à l'École polytechnique, 9, rue de Grenelle, Paris.

COSSA (Alfonso), professeur de chimie à l'École d'application des ingénieurs (Valentino), Turin.

m COSTA-SENA (J. da), ingénieur des mines, Ouro-Preto, Minas Geraës (Brésil).

CUMENGE, ingénieur des mines, 33, rue de la Bienfaisance, Paris.

CURIE (Pierre), 5, avenue de Sceaux, Fontenay-aux-Roses (Seine).

DAGINCOURT, docteur en médecine, 159, rue de la Pompe, Passy-Paris.

DAMOUR (Emilio), préparateur de Chimie à l'École des mines, Paris.

DAUBRÉE, membre de l'Institut, professeur honoraire de géologie au Muséum, Directeur honoraire de l'École des Mines, 254, boulevard Saint-Germain, Paris.

DELAGE (A.), maître de conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier.

DEMARTY, Directeur du Comptoir géologique du plateau central, 23, avenue de Royat, Clermont-Ferrand.

DESHARNOUX, graveur, 69, rue Monge, Paris.

DIRVELL (Philippe), professeur de chimie, chimiste au bureau d'essais de l'École des Mines, 295, rue Saint-Jacques, Paris.

DOELTER (Dr), professeur de minéralogie à l'Université de Gratz (Autriche).

DUPARC (Louis), professeur de Minéralogie à l'Université de Genève.

DUFET (H.), maître de conférences de Minéralogie à l'École normale supérieure, 35, rue de l'Arbalète, Paris.

DURANDIÈRE (Arthur de la), 62, rue des Saints-Pères, Paris.

DURIER (Ch.), vice-président du Club alpin français, 7, rue de Greffühle, Paris.

DUTREMBLAY-DUMAY, 27, rue Lambrecht, Courbevoie (Seine).

ECK (Dr H.), professeur à l'École polytechnique, Neckarstr., 75, Stuttgart (Allemagne).

Digitized by Google

m EGLESTON, professeur de Minéralogie à l'École des mines, 35, Washington Square, New-York.

FIZEAU, membre de l'Institut, 3, rue de l'Estrapade, Paris.

FLAMAND, chargé de conférences à l'École des Sciences d'Alger, Alger-Mustapha.

FOUQUÉ, membre de l'Institut, professeur d'histoire naturelle des corps inorganiques au Collège de France, 23, rue Humboldt, Paris.

FOURNIER (Émile), sous-lieutenant au 75e de ligne, à Romans (Drôme).

m FRIEDEL (Ch.), membre de l'Institut, professeur de chimie organique à la Faculté des Sciences, conservateur des collections de minéralogie à l'École des Mines, 9, rue Michelet, Paris.

FRIEDEL (Georges), ingénieur des Mines, École des mines de Saint-Etienne (Loire).

m FROSSARD (le Pasteur Ch.), 14, rue Ballu (anc. rue de Boulogne), Paris.

GAUBERT (Paul), docteur ès sciences, préparateur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 79 *bis*, rue Monge, Paris.

GENTIL (Louis), préparateur au Collège de France, 11, rue des Feuillantines, Paris.

GLINKA (Serge), privat-docent, cabinet de Minéralogie, Université impériale de Saint-Pétersbourg.

GOGUEL, chargé de conférences de Minéralogie à la Faculté des Sciences, 52, cours d'Alsace-et-Lorraine, Bordeaux.

m GOLDSCHMIDT (Dr V.), professeur de Minéralogie et cristallographie à l'Université, 3, Sophienstrasse, Heidelberg.

GONNARD (F.), ingénieur des hospices civils de Lyon, 38, quai de Vaise, Lyon.

GORCEIX (Henri), ex-Directeur de l'École des Mines d'Ouro-Preto (Brésil), à Mont-sur-Vienne, par Bujaleuf (Haute-Vienne).

GORECKI (Dr), 16, rue Dauphine, Paris.

GORGEU (Al.), 11, rue Guénégaud, Paris.

GOSSELET, professeur de géologie à la Faculté des Sciences, 18, rue d'Antin, Lille.

m GRAMONT (Arnaud de), licencié ès sciences, 81, rue de Lille, Paris.

Digitized by Google

GRATTAROLA, directeur du Musée et Laboratoire de minéralogie de l'Institut royal des Études supérieures, 2, piazza San Marco, à Florence.

GREGORY (James), 88, Charlotte Street, Fitzroy square, Londres.

GROTH (Dr Paul), professeur à l'Université, Mineralogische Sammlung, Akademie, Munich (Bavière).

GUÉRIN (G.), licencié ès sciences, 33, rue de l'Abbé-Grégoire, Paris.

GUYOT DE GRANDMAISON (E.), 23, rue Clairat, Bergerac (Dordogne).

HAUTEFEUILLE, professeur de minéralogie à la Faculté des Sciences, 28, rue du Luxembourg, Paris.

HINTZE (Dr C.), professeur de minéralogie à l'Université, Moltkerstrasse, 7, Breslau (Allemagne).

HUGO (le comte Léopold), ingénieur civil, 14, rue des Saints-Pères, Paris.

HUSSAK, Commission géologique de Sao Paulo (Brésil).

JANNETTAZ (Ed.), maître de conférences à la Sorbonne, assistant au Muséum d'histoire naturelle, 86, boulevard Saint-Germain, Paris.

JOFFRE (J.), chimiste, 60, rue de Bondy, Paris.

JUNGFLEISCH, membre de l'Académie de Médecine, professeur à l'École de Pharmacie et au Conservatoire des Arts-et-Métiers, 38, rue des Écoles, Paris.

KAMPMANN (Alfred), Epinal.

KISLAKOVSKY, conservateur du Musée minéralogique de l'Université de Moscou.

KLEIN (Dr Carl), professeur à l'Université de Berlin, Geh. Bergrath, Auf dem Carlsbade, 4, Berlin-W.

KRENNER (Dr), professeur, National Museum, Buda-Pest.

KROUSTSCHOFF (Dr K. de), Musée minéralogique de l'Académie impériale des Sciences, Wassili Ostrow, Saint-Pétersbourg (Russie).

KUNZ (Georges F.), 402, Garden Street, Hoboken (New-Jersey).

KUSS (H.), Ingénieur en chef des mines, à Albi (Tarn).

m LACROIX (Alfred), professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 8, quai Henri IV, Paris.

Digitized by Google

LAPPARENT (Alb. de), professeur de géologie et minéralogie à l'Institut catholique, 3, rue de Tilsitt, Paris.

m LARTET (L.), professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, 14, rue du Pont-de-Tounis, Toulouse.

LATTEUX (Dr), médecin en chef de la Banque de France, 9, rue Marsollier, Paris.

LAUNAY (Louis de), ingénieur des mines, professeur à l'Ecole des Mines, 2, rue Pigalle, Paris.

LAVENIR, préparateur de Minéralogie à l'Ecole normale supérieure, 45, rue d'Ulm, Paris.

LECOQ DE BOISBAUDRAN, correspondant de l'Institut, Cognac; ou 36, rue de Prony, Paris.

LE CHATELIER (H.), ingénieur en chef des mines, professeur à l'École des Mines, 73, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris.

LEWIS (W. J.), New Museum, Cambridge (Angleterre).

LIEBISCH (Dr), professeur à l'Université, Göttingen (Prusse).

LIMA (J. do Rego), ingénieur des mines, 14, rue de Covento de Jesus, Lisbonne.

LIMUR (Cte de), hôtel de Limur, Vannes (Morbihan).

LINDSTROEM (G.), adjoint au Riks-Museum, Stockholm.

LIPPMANN, ingénieur, 36, rue de Chabrol, Paris.

m LIVERSIDGE, professeur à l'Université de Sydney, Nouvelle Galle du Sud (Australie).

LOVISATO (Domenico), professeur à l'Université de Cagliari (Sardaigne).

LUCAS (Etienne), directeur du *Journal des Mines et des Chemins de fer*, administrateur de la Société de l'Union des Mines d'or, 4, rue de Calais, Paris.

LUEDECKE (Dr Otto), professeur à l'Université, Zinksgarten, Halle s. Saale, Thuringe.

m MALLARD (Ern.), membre de l'Institut, inspecteur général des mines, professeur de minéralogie à l'École des Mines, 11, rue de Médicis, Paris.

MASKELYNE (N. S. Esqre), membre de la Chambre des Communes, Basset Down House, Swindon, Wilts (Angleterre).

Digitized by Google

MATTIROLO (Ettore), ingénieur des mines, directeur du Laboratoire chimique de l'Office royal géologique des Mines, Rome (Italie).

m MAUROY (de), ingénieur, à Vassy (Haute-Marne).

MEUNIER (Stanislas), professeur de géologie au Muséum d'histoire naturelle, 7, boulevard Saint-Germain, Paris.

m MICHEL (Léopold), répétiteur à la Faculté des Sciences de Paris, 128, avenue de Neuilly, Neuilly (Seine).

m MICHEL LÉVY (A.), ingénieur en chef des mines, directeur du service de la carte géologique de France, 26, rue Spontini, Paris.

MIEG (Mathieu), 48, avenue de Modenheim, Mulhouse.

m MIERS (Henri-A.), assistant au British Museum (Histoire naturelle), Cromwell Road, South Kensington, Londres, S. W.

m MIRABAUD (Paul), banquier, 60, rue de Provence, Paris.

MOÏSE (Ch.), 59, rue de Clichy, Paris.

MOREL (J.), chef des travaux chimiques à la Faculté des Sciences de Lyon, 9, rue de la Victoire, Lyon.

MOSES (Dr), professeur à l'École des mines de New-York (États-Unis).

MÜGGE (Dr O.), professeur à l'Académie de Münster (Westphalie).

MUNIER-CHALMAS, professeur de géologie à la Faculté des Sciences de Paris, 75, rue Notre-Dame-des-Champs.

MUSEUM d'histoire naturelle de Hambourg.

NIES (Dr Fr.), professeur à l'Institut agricole de Hohenheim (Wurtemberg).

OEBBEKE (Dr K.), professeur de minéralogie et de géologie à l'Université d'Erlangen (Bavière).

OFFRET (Albert), chargé de cours de minéralogie à la Faculté des Sciences de Lyon, 135, avenue de Saxe, Lyon.

PACHECO DO CANTO E CASTRO (Eug. Vaz), professeur au lycée de Ponta Delgada, île de San-Miguel (Açores).

PISANI, chimiste, 8, rue de Furstenberg, Paris.

PLASENCIA (Dr), 29, Agniar, Havane, Cuba.

PLY, chef d'escadron d'artillerie, à Grenoble.

PONESCO, licencié ès sciences, 11, rue Vauquelin, Paris.

Digitized by Google

PORCHER (l'abbé), professeur au Petit Séminaire, 19, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris.

m POTIER, membre de l'Institut, ingénieur en chef des mines, professeur à l'Ecole Polytechnique, 89, boulevard Saint-Michel, Paris.

m POUYANNE, ingénieur en chef des mines, à Alger.

m RICHARD (Ad.), préparateur à l'École des Mines, 11, rue Guy-de-la-Brosse, Paris.

ROLLAND (G.), ingénieur des mines, 60, rue Pierre-Charron, Paris.

ROUX (Léon), professeur de chimie à la Faculté des Sciences de Poitiers.

RUTLEY (Frank), professeur de minéralogie au Royal Collège of Science, 93, Edith Road. West-Kensington, Londres.

SARRAN D'ALLARD (Louis de), 3, place Saint-Sébastien, à Alais (Gard).

m SAUVAGE (Ed.), ingénieur des mines, 4, rue Chaptal, Paris.

SAWA OUROCHEWICH, professeur à l'École des Hautes-Études de Belgrade (Serbie).

m SAXE-COBOURG-GOTHA (S. A. I. le Prince dom Pedro de).

SCHRAUF (Dr Alb.), professeur de minéralogie et directeur du Musée minéralogique de l'Université de Vienne (Autriche).

SCHULTEN (Dr Aug. de), professeur à l'Université de Helsingfors (Finlande).

SEGOND (H.), notaire, 2, place de la Halle, Draguignan.

SEGRÉ (Claudio), ingénieur des chemins de fer du réseau adriatique, à Ancône (Italie).

SEHERR THOSS (le baron M. de), château d'Olbersdorf, près Reichenbach (Silésie).

SELIGMANN (G.), 18, Schlossrondel, Coblentz.

SELLE (vicomte de), au château de Fontienne, près Forcalquier (Basses-Alpes).

SELWYN, directeur du service géologique du Canada, Museum and office, Sussex street, Ottawa.

SORET (Charles), professeur de physique à l'Université de Genève, 22, rue Saint-Antoine.

STEFANESCO (G.), directeur du Musée d'histoire naturelle, 8, Strada Verde, Bucharest.

Digitized by Google

STRUEVER, professeur de minéralogie à l'Université de Rome.

STUER, 40, rue des Mathurins, Paris.

TAUB (Louis), négociant en diamants et pierres précieuses, 10, rue Lafayette, Paris.

TENNE (Dr C. A.), privat-docent à l'Université et conservateur au Musée de Berlin, 18, Stegeitzer Strasse, Berlin, W. 35.

TERMIER (Pierre), ingénieur des mines, professeur à l'École des Mines de Saint-Étienne, 4, rue Saint-Honoré.

TRIBOLET (Maurice de), professeur de minéralogie à l'Académie de Neuchâtel (Suisse).

ULRICH (Prof. Dr Fr.), 4, gr. Barlinge, Hannover (Allemagne).

USSING (Dr N. V.), privat-docent à l'Université de Copenhague.

UZIELLI (Gustave), professeur de géologie et de minéralogie à l'École d'application des ingénieurs, 3, via Goito, Turin (Italie).

VELAIN (Charles), chargé de cours de géographie physique à la Sorbonne, 9, rue Thénard, Paris.

VERNADSKY (Vladimir), privat-docent à l'Université de Moscou.

WICHMANN (Dr A.), professeur à l'Université d'Utrecht (Pays-Bas).

WIEDEMANN (Dr E.), professeur à l'Université de Leipzig, chez M. J. A. Barth, Verlagsbuchhandler.

WILLIAMS (Geo. Huntington), professeur, John Hopkins University, Baltimore, Maryland.

WOULF (Georges), chez M. le professeur Egoroff, Académie medico-chirurgicale, Saint-Pétersbourg.

WYROUBOFF (Grégoire), 141, rue de Rennes, Paris.

ZEGERS (Louis L.), ingénieur des mines, 57, Chacabuco, Santiago (Chili).

ZUJOVIC (J.-M.), professeur de géologie à l'École supérieure de Belgrade (Serbie).

Digitized by Google

Bureau de la Société

(Année 1894).

MM. MICHEL LÉVY, Président;
A. LACROIX, DE MAUROY, Vice-Présidents;
LÉOPOLD MICHEL, Trésorier-Archiviste;
P. GAUBERT, Secrétaire pour la France;
RICHARD, Secrétaire pour l'Étranger.

Membres du Conseil de la Société

(Année 1894).

MM. BERTRAND (Em.),
BOURGEOIS (Léon),
CHAPER,
FOUQUÉ,
JANNETTAZ,
MALLARD.

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1894. — BULLETINS Nos 1, 2 et 3.

Compte rendu de la séance du 11 janvier 1894.

PRÉSIDENCE DE M. BOURGEOIS.

M. le Président déclare la séance ouverte et donne la parole à M. le Trésorier pour la lecture de son rapport comprenant la présentation des comptes de 1893 et du budget de 1894.

Rapport du Trésorier.

MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

J'ai l'honneur de vous présenter les comptes de l'exercice 1893, arrêtés au 31 décembre dernier.

Digitized by Google

COMPTES DE L'EXERCICE 1893

Recettes.

RECETTES		PRÉVUES	EFFECTUÉES
Encaisse au 1er janvier 1893.....		2.993 95	2.993 95
Cotisations		2.500 »	1.303 20
Frais de gravure à la charge des auteurs	162 »	1.362 50	1.412 60
Vente du *Bulletin* et abonnements.....	1.200 50		
Allocation ministérielle.....		600 »	600 »
Rentes 3 0/0 et 4 1/2 0/0.....		280 »	280 »
Intérêts de 1.684 fr. déposés à la Caisse d'Épargne		»	46 31
Cotisation perpétuelle.....		»	500 »
TOTAUX.....		7.736 45	7.136 06

Dépenses.

DÉPENSES	PRÉVUES	EFFECTUÉES
Bulletin, impression.....	3.000 »	1.958 95
— gravure	800 »	169 »
— rédaction..... ...	700 »	200 »
Administration et divers.....	200 »	109 17
Garçon	200 »	200 »
Bibliothèque.....	200 »	130 50
Réserve et imprévu	300 »	» »
Achat de 15 fr. rentes 3 0/0 (emploi d'une cotisation perpétuelle).....	» »	496 »
TOTAUX.....	5.400 »	3.263 62

Digitized by Google

Solde en caisse au 1er janvier 1894	7.136 06
Dépenses effectuées en l'année 1893.....	3.263 62
Reste en caisse au 1er janvier 1894	3.872 44

L'encaisse, déjà élevée au 1er janvier de l'année dernière, est encore supérieure au début de celle-ci. Il est vrai qu'on devra payer prochainement l'impression des numéros 7 et 8 du tome XVI (1893); mais il restera plus de 3,000 fr., qui pourront être, je l'espère, consacrés prochainement à la publication d'intéressants travaux.

Le *Bulletin* n'a coûté, cette année, que 2,327 fr. 95 c., au lieu des 4,500 francs prévus. Aussi devrait-on pouvoir disposer d'une somme bien plus forte; mais les cotisations n'ont pas donné ce qu'on avait le droit d'attendre et même d'exiger de membres qui continuent à recevoir régulièrement le *Bulletin*. Je crois qu'il faudra coller sur le prochain numéro une bande bien visible, sur laquelle sera inscrit un rappel aux membres retardataires, et que, quelque temps après, on pourra envoyer à ces membres un bon de recouvrement par la poste.

Les cotisations, dont j'espérais 2,500 francs, n'ont fourni que 1,303 fr. 20 c.; car des 1,803 fr. 20 c. inscrits aux cotisations effectuées l'année dernière, il faut retrancher 500 francs provenant d'une cotisation perpétuelle. Heureusement, la vente du *Bulletin* a pris cette année une marche ascendante. On y a compris les sommes rendues par les auteurs, qui n'ont encore payé que 39 fr. 30 sur les 162 francs destinés à solder l'excédent des frais de gravure de l'année 1892, soit 162 francs.

Voici maintenant le budget, que j'ai l'honneur de soumettre à la Société pour l'année 1894 :

Digitized by Google

BUDGET POUR 1894

Recettes.

Encaisse au 1er janvier 1894	3.872	44
Cotisations	2.500	»
Rentes 3 0/0 et 4 1/2 0/0	295	»
Allocation ministérielle	600	»
Vente du *Bulletin* et abonnements	1.300	»
TOTAL	8.567	44

Dépenses.

Bulletin, impression	3.000	»
— gravure	800	»
— rédaction (extraits)	800	»
Administration et divers	200	»
Garçon	200	»
Bibliothèque	500	»
Réserve et imprévu (1)	800	»
TOTAL	6.300	»

Le Trésorier,
ED. JANNETTAZ.

Il est procédé à l'élection du Président, du Vice-Président, de 4 membres du Conseil, du Trésorier et de deux Secrétaires.

Le scrutin donne les résultats suivants :

Présidence : M. Michel Lévy, 49 voix; M. Chaper, 11 voix; bulletins nuls, 2.

M. Michel Lévy est nommé président pour l'année 1894.

Vice-Présidence : M. A. Lacroix, 58 voix; M. de Mauroy,

(1) La réserve aura surtout pour objet, cette année, d'aider un jeune membre de la Société à la publication de sa thèse.

Digitized by Google

49 voix; M. E. Bertrand, 1 voix; M. Cornu, 1 voix; M. Friedel, 1 voix.

MM. Lacroix et de Mauroy sont nommés Vice-Présidents.

M. Michel est nommé Trésorier et Archiviste.

M. Lavenir est réélu secrétaire pour la France.

M. Richard est nommé secrétaire pour l'étranger.

Il est ensuite procédé à l'élection de 4 membres du Conseil en remplacement de MM. Dufet, Friedel, Richard et Wyrouboff. MM. Jannettaz, Bourgeois, Bertrand, Chaper, ayant obtenu la majorité des voix, sont nommés membres du Conseil.

En conséquence, le Conseil est ainsi composé pour l'année 1894.

MM. Michel Lévy, président; A. Lacroix et de Mauroy, vice-présidents; Michel, trésorier-archiviste; Lavenir et Richard, secrétaires; Bertrand, Bourgeois, Chaper, Fouqué, Jannettaz, Mallard, membres du Conseil.

M. le Président annonce une présentation:

M. Emilio Damour, ingénieur civil des mines, préparateur de chimie à l'École des Mines, présenté par MM. A. Damour et Des Cloizeaux.

MM. Moses, professeur à l'École des Mines de New-York; Demarty, directeur du Comptoir géologique du Plateau central, et P. Gaubert, docteur ès sciences, préparateur de minéralogie au Muséum, présentés dans la séance de décembre, sont proclamés membres de la Société.

M. P. Curie fait une communication sur la structure des corps cristallisés.

Digitized by Google

Compte rendu de la séance du 8 février 1894.

Présidence de M. Michel Lévy.

M. Michel Lévy remercie la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la présidence.

M. Emilio Damour est proclamé membre de la Société.

M. Michel Lévy fait une communication sur la détermination optique des feldspaths en plaques minces : il a pensé à représenter sur une épure en projection stéréographique par des nombres se rapportant à des pôles suffisamment rapprochés : 1° l'extinction comptée à partir de la trace du plan g^1 (010); 2° la biréfringence. On trace ensuite par interpolation des courbes continues qui donnent une idée fidèle de la dissymétrie de chaque feldspath.

Lorsque les macles suivant les lois de l'albite et de Carlsbad coexistent, les nouvelles épures permettent non seulement la détermination du feldspath mais celle de son orientation, notamment pour les pôles voisins de la trace du plan g^1.

Les sections voisines de la zone de symétrie deviennent ainsi caractéristiques et permettent même de séparer l'albite de l'andésine.

M. C. Friedel fait la communication suivante sur la boléite artificielle :

Sur la Boléite artificielle.

Par M. C. Friedel.

D'après les observations de MM. Cumenge et Mallard, les deux espèces Boléite et Cumengéite si rapprochées par

Digitized by Google

leur composition et par leur gisement communs, se distinguent à la fois par leur forme cristalline et par la présence dans la Boléite (cubique) d'une petite quantité de chlorure d'argent.

Ayant reproduit l'espèce quadratique à laquelle il faut donner maintenant le nom de Cumengéite [1] et dans la préparation de laquelle il n'est entré que de l'hydrate de plomb et du chlorure de cuivre, j'ai voulu m'assurer si la présence d'une petite quantité d'argent modifierait les résultats de manière à donner la Boléite.

J'ai fait un mélange d'hydrate de plomb et d'oxyde d'argent précipités, dans les proportions correspondant à celles dans lesquelles les deux métaux sont contenus dans la Boléite, et après avoir ajouté une certaine quantité d'argile délayée dans l'eau, j'ai fait agir sur le tout, pendant plusieurs mois une solution de chlorure de cuivre renfermant la quantité correspondante de chlore et de cuivre.

La réaction a été beaucoup plus lente que dans l'expérience qui a donné l'oxychlorure quadratique (Cumengéite), car, quand elle a été arrêtée, la liqueur était encore un peu colorée, ce qui n'avait pas lieu, même au bout d'une quinzaine de jours seulement, lorsqu'on ne faisait pas intervenir l'argile.

La lévigation a permis d'isoler, encore mêlés à diverses substances contenues dans l'argile, entre autres à des grains de pyrite, de petits cristaux bleus d'apparence cubique et des boules à surface rugueuse également bleues.

Les cristaux cubiques sont faits exactement comme certains cristaux de boléite, ils possèdent une noyau cubique sans action sur la lumière polarisée, entouré de six cristaux quadratiques placés régulièrement sur les six faces du

(1) *Bulletin de la Soc. Min.*, t. XVI, p. 184 (1893).

Digitized by Google

cube et terminés largement par des bases parallèles à ces faces. On en a eu trop peu et ce peu était trop mélangé de matières étrangères pour pouvoir constater si les cristaux renferment de l'argent.

Ce qui est certain au moins, c'est qu'ils diffèrent tout à fait par leur apparence des cristaux obtenus sans l'intervention de l'argent. Je renouvelle l'expérience avec une argile lévigée beaucoup plus pure et j'espère pouvoir obtenir assez du produit pour pouvoir établir sa composition chimique.

M. Gorgeu lit la note suivante sur la production artificielle du gypse :

Production artificielle du Gypse.

Par M. A. Gorgeu.

Cette synthèse a été opérée en exposant à l'action très lente de l'air une couche de sulfite de chaux précipité placée au fond d'un flacon, rempli d'eau saturée d'acide sulfureux et fermé par un bouchon de liège. Après plusieurs années, une partie du sulfite a été oxydée et, sur le fond du vase, on a trouvé, au-dessus du dépôt, une couche de cristaux longs et très minces de 1 à 3 centimètres, larges de 1 à 2 millimètres.

Ces cristaux présentent à leur base des points opaques dus à la présence de sulfite enclavé pendant la cristallisation ; les parties transparentes présentent la composition du sulfate de chaux naturel. Ils ne contiennent pas d'acide sulfureux, ne rougissent pas le papier bleu de tournesol humide et perdent 20,8 0/0 à la calcination. Cette perte,

Digitized by Google

d'après la formule du gypse ($SO^3CaO\ 2HO$), doit être de 20,9 0/0.

La mesure des angles est rendue assez difficile par la courbure des faces; néanmoins on a pu constater sur plusieurs cristaux petits et grands des angles de 111°20 à 111°30′ et de 124°12′ à 124°48′, peu différents des angles $mm = 111°30'$, $g^1m = 124°15'$ du gypse.

Les cristaux obtenus artificiellement sont allongés suivant g^1; parmi eux, on en a vu de maclés suivant h^1. Ces formes sont fréquentes dans le sulfate de chaux naturel.

Les clivages ordinaires du gypse se retrouvent dans les cristaux résultant de l'oxydation lente du sulfite de chaux.

Digitized by Google

Compte rendu de la séance du 8 Mars 1894.

Présidence de M. Michel Lévy.

M. Lavenir envoie sa démission de secrétaire de la Société qui est acceptée.

M. le Président annonce la présentation de M. Bel, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur civil des mines, présenté par MM. A. Lacroix et L. Michel.

M. G. Wyrouboff fait une communication sur les acétates d'urane et de soude.

M. Pisani appelle l'attention sur une relation entre les poids atomiques ou moléculaires des corps simples ou composés solides et leurs densités (1).

M. Friedel met sous les yeux des membres de la Société un beau cristal de Hausmannite de Langbanshyttan (Suède), offert par M. Gorgeu à la collection de l'École des Mines. C'est un octaèdre présentant la forme ordinaire b^1, avec une macle parallèle à la face a^2. Ce qu'il présente de remarquable, outre sa grande dimension, ce sont des stries qui, sur les diverses faces b^1, sont parallèles aux intersections avec b^1 de deux faces a^2 contiguës. Ces stries correspondent à des macles répétées un grand nombre de fois, comme dans les feldspaths tricliniques et montrent cette particularité curieuse de se traverser réciproquement sans qu'il y ait apparence de rejet ou d'irrégularité aux croisements. Les lamelles retournées ont pourtant une épaisseur assez grande

(1) Voir au numéro d'avril.

Digitized by Google

pour former des gouttières analogues à celles de l'albite. Celles qui sont parallèles miroitent en même temps et avec la face b^1 du demi-cristal retourné.

M. Friedel présente également un beau cristal de pyrite épigène d'Ouro Preto, envoyé par M. da Costa Sena et déposé à la collection de l'École des Mines, en même temps que plusieurs autres beaux échantillons offerts par le même savant. Ce cristal, dont les arêtes ont de 6 à 7 centimètres de côté, est creux, et un angle enlevé permet de voir à l'intérieur un sable formé de petits cristaux de soufre.

M. L. Gentil fait les communications suivantes sur un gisement d'apophyllite des environs de Collo (Constantine):

Sur un gisement d'apophyllite des environs de Collo (Constantine).

Par M. L. Gentil.

Mon attention a été attirée, l'an dernier, par M. J. Curie, sur un gisement d'apophyllite qu'il a découvert aux environs de Collo, en Algérie. M. J. Curie m'a obligeamment communiqué quelques échantillons qui m'ont permis de juger, à première vue, de l'importance du gisement. Aussi ai-je profité, l'été passé, d'un séjour en Algérie pour aller faire une rapide tournée sur les lieux. Ma visite a été courte, mais fructueuse. J'ai pu amasser en peu de temps de beaux échantillons dont l'étude fait l'objet de la présente note.

Digitized by Google

Ce gisement est situé sur la route de Collo à Cheraia (à environ 5 kilomètres de Collo), au lieu dit « Col de Bou Serdoun ». Il consiste dans le remplissage des druses d'une roche tertiaire dont la composition minéralogique et la structure seront discutées plus loin. Une carrière ouverte dans la roche permet, quoique peu activement exploitée, l'observation des poches à apophyllite et la récolte d'échantillons assez frais.

Les druses varient de dimensions. Elles atteignent parfois 50^{cm} de diamètre et sont toujours, en ce cas, remplies d'apophyllite en masse compacte, serrée, se désagrégeant facilement sous le choc du marteau, grâce au clivage basique du minéral. Dans les druses plus petites, l'apophyllite est presque toujours accompagnée d'autres minéraux que nous examinerons successivement par ordre d'importance. Ce sont : laumonite, calcite, actinote, chlorite (delessite), tourmaline, quartz hyalin et mica biotite.

L'*apophyllite* peut être totalement absente dans certaines druses pour laisser place à l'un ou plusieurs de ces divers minéraux.

Elle se présente en cristaux pouvant atteindre 4^{cm} de plus grande dimension. Ces cristaux ont le plus souvent une apparence laiteuse, nacrée sur le clivage facile *p* (001). Les cristaux limpides, relativement rares, ne dépassent pas 1^{cm} de côté et se rencontrent de préférence dans des druses de dimensions moyennes où ils sont moins serrés, plus dégagés.

Les faces cristallines sont assez peu variées. Les combinaisons que j'ai observées peuvent se rapporter à deux types :

1° Cristaux allongés suivant l'axe vertical : pma^1, pma^3a^1, $pma^3a^1b^2$, $pmh^1h^2a^3a^1b^2$ et ma^1.

2° Cristaux dépourvus de prismes : a^3a^1.

Digitized by Google

Les faces *p* (001), a^1 (101) et *m* (110) sont de beaucoup les plus fréquentes. Elles existent dans la combinaison la plus répandue pa^1m.

a^3 (103) et b^3 (114) sont relativement rares et constituent de petites facettes brillantes. Enfin h^1 (100) et h^2 (310) n'ont été trouvées (très mauvaises) que sur un seul cristal.

La forme ma^1, qui se trouve un peu dans tous les gisements d'apophyllite est ici très rare. Je l'ai rencontrée sur un seul cristal d'environ 2cm, bien dégagé dans une druse et couché sur une face *m* (110).

Toutes ces faces cristallines sont toujours plus ou moins striées, ondulées.

Les faces *m* (110) présentent des ondulations parallèles à l'arête *mm* et des stries fines parallèles à *p* (001).

Sur a^1 (101) et a^3 (103), on observe des stries parallèles à l'arête de zone ph^1, sur b^3 (114) des stries parallèles à l'arête *pm*.

Les combinaisons que je viens de signaler ont été déterminées d'après les mesures suivantes effectuées, au goniomètre de M. Mallard, sur quatre cristaux choisis parmi les meilleurs.

	Angles mesurés				Angles calculés (Dx)
	1er cristal	2e cristal	3e cristal	4e cristal	
mh^3	153°2′	»	»	»	153°26′
mh^1	135°14′	»	»	»	135°
pa^3	»	149°32′	149°46′	149°48′	149°28′
pa^1	»	119°35′	119°31′	119°37′	119°28′
a^3a^1	»	150°3′	149°48′	150°3′	150°
a^1a^1 sur *p*	58°45′	»	»	»	58°56′
a^1h^1	150°25′	»	»	»	150°32′

Digitized by Google

pb^2	»	»	147°50′	»	147°58′
b^2m	»	»	121°57′	»	122°2′
pm	»	»	90°4′	»	90°

Les angles mesurés consignés dans ce tableau sont quelquefois assez écartés des angles calculés correspondants. Cela tient à une imperfection des faces cristallines qui, assez belles en apparence (sauf les faces h^1 et h^2 peu brillantes), présentent les ondulations et les stries signalées plus haut et donnant au goniomètre une série d'images en escalier.

D'ailleurs les cristaux se prêtant aux mesures goniométriques sont fort rares.

L'apophyllite de Bou Serdoun est pourvue, en outre du clivage *p* (001) extrêmement facile, d'un clivage *m* (110) assez difficile, n'apparaissant que sous des chocs assez violents.

Ce minéral présente des anomalies optiques qui n'offrent d'intérêt que dans le cas de petits cristaux.

Une lame de clivage *p* (001), si elle est empruntée à un grand cristal, ne présente jamais, en effet, en lumière parallèle, que des phénomènes de biréfringence dépourvus de toute régularité.

Dans le cas de petits cristaux (de quelques millimètres seulement), il y a lieu d'examiner :

1° Une lame taillée suivant les faces *m* du prisme. On observe alors en lumière parallèle (quand on place le cristal à 45° de son extinction) des bandes vivement colorées (au nombre de 4 ou 5) et symétriques de part et d'autre du milieu du cristal. Ces bandes forment une bordure continue. Toute la région centrale du cristal présente une teinte uniforme;

2° Une lame de clivage *p* (001) présente en lumière paral-

Digitized by Google

lèle (quand les diagonales de la base sont parallèles aux fils du réticule) des bandes alternativement sombres et brillantes parallèles aux côtés *pm* de la base. Ces bandes forment bordure sur le pourtour du cristal, elles laissent au centre un fond sombre sur lequel se détachent çà et là quelques petites taches biréfringentes irrégulières. Elles sont groupées en quatre secteurs formés par les diagonales du carré de base. Les bandes brillantes ne dépassant pas le nombre de cinq, sont plus ou moins continues, plus ou moins biréfringentes.

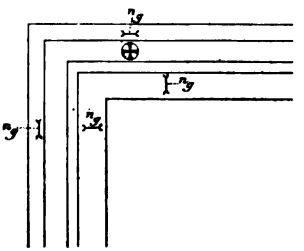


Fig. 1.

En lumière convergente, les bandes sombres présentent la croix noire avec axe positif, ces bandes brillantes montrent une dislocation de la croix correspondant à un écartement d'axes optiques (2 E) atteignant 25°. La bissectrice aiguë est toujours positive, mais la direction de la trace du plan des axes n'est pas constante : cette trace est tantôt parallèle au côté *pm* du secteur correspondant, et tantôt lui est perpendiculaire.

Ces phénomènes sont analogues à ceux décrits par M. Mallard sur l'apophyllite des gisements les plus

Digitized by Google

connus, dans son classique mémoire sur les phénomènes anomaux [1].

Les indices de réfraction, mesurés sur un petit prisme de 1^{mm} d'arête réfringente parallèle à l'axe quaternaire du cristal, sont les suivants :

Na	Li
$n_g = 1,5368$	$n_g = 1,5343$
$n_p = 1,5347$	$n_p = 1,5328$
$n_g - n_p = 0,0021$	$n_g - n_p = 0,0015$

J'ai tenté d'effectuer la mesure directe de la biréfringence au moyen du comparateur de M. Michel Lévy. Malheureusement il a été impossible d'obtenir [à cause du clivage *p* (001)], malgré toute l'habileté de M. Werlein, une lame parallèle à l'axe suffisamment mince.

L'analyse quantitative (méthode Deville) m'a donné la composition suivante :

Silice.....	52,32
Chaux....	25,30
Magnésie..	0,57
Potasse...	4,83
Soude	0,80
Eau	16,66
	100,48

Densité 2,372 à 15°.

A 100° la perte d'eau est de 0,33 °/₀.

(1) M. E. Mallard. — Explication des phénomènes anomaux dans des substances cristallisées. *Annales des Mines*, 1876.

Digitized by Google

Le minéral ne renferme pas trace de fluor; j'en ai la certitude après l'avoir soumis au procédé de dosage de M. Ad. Carnot, qui permet de déceler la moindre trace de fluor.

La méthode de M. Ad. Carnot doit sa sensibilité d'une part à l'artifice qui consiste à doser le fluor (poids atomique 19) à l'état de fluosilicate de potasse (poids atomique 220); d'autre part à un dispositif ingénieux grâce auquel toutes causes d'erreur peuvent être écartées. Ma substance se prêtait d'ailleurs admirablement à ce mode de dosage puisqu'elle renferme une grande proportion de silice et est exempte de chlore.

Je dois à l'extrême obligeance de M. Ad. Carnot d'avoir pu opérer dans son laboratoire et sous sa bienveillante direction. Je dois également des remerciements à M. Moutonnet, préparateur de M. Ad. Carnot, à l'École des Mines.

Parmi les minéraux qui accompagnent l'apophyllite de Bou Serdoun se trouve une zéolite : la *laumonite*.

Ce minéral se présente en petits cristaux ne dépassant généralement pas 1^{mm} de longueur. Exceptionnellement j'en ai observé dans une druse, quelques-uns groupés et pouvant atteindre 1^{cm}.

Ce minéral est en apparence assez rare. Il se présente, en effet, dans les druses dépourvues ou peu chargées d'apophyllite, en cristaux disséminés sur ses parois. Par contre, il existe en abondance empâté dans l'apophyllite qui, par conséquent, est de formation postérieure.

Libres, les cristaux de laumonite sont extrêmement friables, d'un blanc éclatant; ils paraissent opaques à cause d'une altération superficielle.

Ils se présentent en prismes à faces très peu nettes, peu réfléchissantes, susceptibles néanmoins de mesures goniométriques approximatives. Les deux angles que j'ai pu

Digitized by Google

déterminer sur un échantillon, bien qu'assez écartés des nombres calculés, suffisent pour définir la combinaison ma^1 (110) ($\bar{1}01$).

	Angles mesurés	Angles calculés (Dx)
mm (sur h^1)	86°13′	86°16′
ma^1	112°55′	113°30′

La combinaison ma^1 (110) ($\bar{1}01$) paraît générale dans mes échantillons.

Ces cristaux ont une densité de 2,275 à 15°.

Ils sont très facilement clivables suivant *m* (110) et g^1 (010), difficilement suivant h^1 (100). Réduits en poudre grossière, ils présentent au microscope tous les caractères de la laumonite; la biréfringence est assez forte, plus élevée que celle du quartz; le plan des axes est dans g^1 (010) et dans cette face, sa trace fait un angle de 20° à 22° avec l'axe vertical. La bissectrice aiguë est négative (n_p), l'angle des axes (2 V) est de 30° environ. Enfin, dans la zone verticale, l'extinction maxima est de 43°.

Un essai Boricky, fait sur la substance, indique l'abondance de la chaux, l'absence de potasse et de soude.

Au chalumeau, la substance fond en un verre bulleux d'un blanc opaque. Enfin, elle s'attaque par les acides en faisant gelée.

Toutes ces données caractérisent nettement la laumonite.

L'examen microscopique de plaques minces, taillées dans la roche qui sert de gangue à tous ces minéraux, permet aussi de reconnaître l'existence de la laumonite.

La *calcite* se présente dans le gisement de Bou Serdoun sous une forme commune à beaucoup de gisements zéolitiques.

Digitized by Google

Elle constitue des lamelles nacrées fort minces, aplaties suivant a^1 (0001).

Ces lamelles, examinées au microscope en lumière convergente, montrent la croix noire et un axe négatif. Elles tapissent les parois des druses exemptes d'apophyllite ou bien elles se trouvent enclavées entre les grands cristaux de ce dernier minéral.

En outre de sa forme lamellaire la plus habituelle, la calcite de notre gisement se présente également en tablettes hexagonales aplaties suivant a^1 (0001).

Ces tablettes sont souvent associées aux lamelles nacrées qui en diffèrent par leur minceur extrême et par l'absence de faces limitantes; elles présentent la combinaison a^1 (0001) e^1 $(0\bar{2}\bar{2}1)$ $e^{3/5}$ $(08\bar{8}7)$, ainsi qu'il résulte des mesures goniométriques suivantes :

	Angles mesurés	Angles calculés (Dx)
a^1e^1	$117°2'$	$116°53'$
$a^1e^{3/5}$	$131°33'$	$131°40'$

J'ai observé, en outre, un beau rhomboèdre inverse $e^{3/5}$, de 1^{cm} de côté.

Ce cristal est à demi tronqué. Il n'offre que les trois faces supérieures qui constituent une pyramide triangulaire reposant sur des lamelles a^1, le cristal ayant ainsi une apparence d'hémimorphisme.

	Angle mesuré	Angle calculé (Dx)
$e^{3/5}e^{3/5}$	$99°20'$	$99°14'$

L'*actinote* se présente en aiguilles capillaires atteignant exceptionnellement $0^{mm},06$ d'épaisseur, l'épaisseur habituelle étant inférieure à $0^{mm},01$. Ces aiguilles sont allongées suivant la zone du prisme; elles sont dépourvues de pointements et dépassent 1^{cm} de longueur.

Digitized by Google

Elles se rencontrent seules dans de petites druses ou bien accompagnent la calcite et l'apophyllite. Elles peuvent encore s'observer en inclusions dans les cristaux d'apophyllite.

Examiné au microscope, le minéral montre un clivage très facile *m* (110), des cassures *p* (001), un allongement positif. Ces cristaux s'éteignent dans des directions faisant un angle maximum de 15° avec l'allongement, ils présentent un polychroïsme très marqué :

Vert suivant l'allongement (n_g);

Vert jaunâtre transversalement (n_m, n_p).

Au chalumeau, ils fondent en un verre noir. Ils se dissolvent dans le borax en donnant la perle du fer.

Enfin, un essai Boricky montre l'abondance de la chaux, de petites quantités de soude.

La *chlorite* se rencontre sur les parois de toutes les druses en très petites lamelles ($0^{mm},15$ en moyenne) groupées en rosettes, de couleur vert foncé, elles sont d'un vert olive réduites en poussière.

Elle forme aussi parfois comme des verticilles de lamelles autour des aiguilles d'actinote. Enfin, cette chlorite se trouve en rosettes détachées et englobées dans l'apophyllite.

L'examen optique permet de constater les propriétés de la *Delessite,* à savoir : une forte biréfringence, un allongement positif et une extinction voisine de l'allongement. Les sections perpendiculaires au clivage présentent en outre un polychroïsme vert, très sensible, avec maximum suivant l'allongement ; en lumière convergente, la croix noire se disloque très légèrement, le signe optique est négatif.

La *tourmaline*, de formation secondaire, se présente en petites baguettes ayant en moyenne $0^{mm},02$ d'épaisseur sur $0^{mm},40$ de longueur.

Digitized by Google

Ces baguettes sont groupées en faisceaux rayonnants qui présentent dans leur partie centrale la croix noire des sphérolites tandis que leurs extrémités sont libres. Elles sont terminées par des pointements surbaissés. Cette tourmaline offre une teinte violacée, avec polychroïsme transversal; un allongement négatif et des cassures p $(10\bar{1}1)$.

Je n'ai pu découvrir ce minéral dégagé; il est toujours empâté soit par de la laumonite soit par du quartz secondaire.

J'ai observé quelques cristaux de *quartz bipyramidé* isolés dans des druses. Ce minéral se présente en cristaux hyalins ne dépassant pas 2 millimètres de longueur. Le prisme e^2 $(10\bar{1}0)$ est quelquefois très raccourci ; en ce cas, les faces p $(10\bar{1}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ sont également développées; quand le prisme e^2 $(10\bar{1}0)$ est allongé, les faces de la pyramide sont inégales.

Je signalerai enfin deux petites lamelles hexagonales de *biotite* que j'ai trouvées dans une druse parmi les rosettes de chlorite. Ces lamelles ont $0^{mm},15$ de diamètre. (Examinées en lumière convergente, elles montrent deux axes optiques très rapprochés ($2E = 10°$ environ) avec plan des axes sur une parallèle à g^1 $(0\bar{1}0)$.

Il résulte de l'examen des minéraux de ce gisement que l'apophyllite est, parmi eux, le plus récent.

La *roche* qui sert de gangue aux minéraux qui viennent d'être étudiés est compacte, de couleur vert foncé, sa poussière est d'un vert jaunâtre. D'une manière générale, cette roche est altérée ainsi qu'il fallait s'y attendre d'après l'abondance des minéraux des druses. L'altération est variable avec les échantillons ; certains sont assez frais, tandis que d'autres sont chargés de chlorite, de calcite, etc., qui masquent complètement la structure et la composition primordiale de la roche. Aussi, l'examen microscopique présente-t-il quelques difficultés.

Digitized by Google

Il résulte de cet examen que la roche de Bou Serdoun est une *andésite à mica noir, angite et labrador;* ce que l'on peut résumer, en employant les notations de M. Michel Lévy, dans la formule suivante :

$$T\mu. \quad — \quad \overline{F_1 M P_4 t_2 \underline{t_{1\text{-}2} t_1 P_4 F_1}}$$

Cette formule ne tient aucun compte des minéraux secondaires qui comprennent tous les minéraux des druses et de l'épidote assez rare.

1. — Premier temps de consolidation. — Le *fer oxydulé* (F_1) est assez rarement en octaèdres, mais le plus souvent en grains à contours irréguliers. Ses dimensions varient entre $0^{mm},05$ et $0^{mm},25$. Sa répartition n'est pas uniforme; il est tantôt abondant, parfois assez rare.

Minéraux ferro-magnésiens. — La *biotite* (M) est d'un brun assez foncé, assez fortement polychroïque. Ses clivages *p* (001) sont souvent peu marqués.

Une lamelle *p* (001) montre en lumière convergente deux axes optiques très rapprochés (2 E = 10° environ).

De rares inclusions de *zircon* se montrent avec auréoles faiblement polychroïques. Les cristaux de biotite sont très déchiquetés, de $0^{mm},05$ à $0^{mm},1$ de dimension en moyenne. Ils sont souvent résorbés et épigénisés en fer oxydulé. L'altération de la roche a porté surtout sur ce minéral qui est toujours plus ou moins chloritisé.

Le *pyroxène augite* (P_4) est gris, sans polychroïsme sensible, avec clivages caractéristiques. Il est allongé suivant la zone prismatique; il présente dans g^1 (010), une extinction maxima de 40° par rapport à l'allongement. La macle h^1 (100) se montre quelquefois. Ce minéral se présente en cristaux anciens brisés, peu abondants et atteignant un maximum de $0^{mm},5$ de longueur.

Digitized by Google

Parmi les cristaux ferromagnésiens du premier temps, on pourrait peut-être citer quelques cas d'*amphibole brune* résorbée et épigénisée par du fer oxydulé. Mais la présence de ce minéral est douteuse.

Feldspaths. — Parmi les grands cristaux de feldspath, l'*andésine* est dominante, le *labrador* plus rare.

Ces plagioclases sont le plus souvent brisés, arrondis, ils ont parfois cependant des contours nets. Leurs dimensions atteignent un maximum de $1^{mm},5$ sur 1 millimètre. La macle de l'albite est de beaucoup la plus fréquente ; les macles de Carlsbad et de la péricline se montrent également.

Les angles maximum d'extinction par rapport à la macle de l'albite, dans la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 (010) oscillent entre 16° et 26° (andésine), plus rarement ils atteignent ou dépassent 30° (labrador).

Très fréquemment, les feldspaths du premier temps sont zonés et les différentes zones sont de plus en plus acides à mesure qu'elles s'éloignent du centre. J'ai cependant constaté quelques exceptions à cette règle, et pour en citer une seule : un grand cristal avec belles macles de l'albite sectionné dans la zone de symétrie m'a donné une extinction de 28° (andésine basique) pour la partie centrale, et de 45° (labrador basique) pour la zone périphérique.

Quelquefois, les plagioclases du premier temps, brisés, arrondis, sont entourés d'une bordure feldspathique continue, à extinction uniforme beaucoup plus faible, parfois même voisine de 0°. Ces bordures doivent être attribuées à une reprise de la cristallisation des éléments du premier temps déjà brisés, corrodés, au moment de la consolidation du magma du second temps.

II. — Deuxième temps de consolidation. — La pâte microlitique est formée en majeure partie d'oligoclase allongé

Digitized by Google

suivant la zone pg^1 (001) (010), plus rarement aplatie suivant g^1 (010).

Ces microlites ont en moyenne $0^{mm},015$ sur $0^{mm},10$.

Des microlites d'andésine aplatis suivant g^1 (010) accompagnent les microlites d'oligoclase; ils présentent dans la zone de symétrie des extinctions maximum de 20° environ.

Je n'ai pas observé avec certitude de microlites d'*orthose*.

Tous ces microlites feldspathiques sont disposés généralement sans ordre, entrecroisés dans tous les sens; j'ai observé cependant des indices de fluidalité.

De rares microlites d'*augite* se montrent en trop petit nombre pour permettre de donner à la roche le nom d'andésite augitique.

Le *fer oxydulé* est aussi représenté à l'état microlithique.

III. — Minéraux secondaires. — Tous les minéraux des druses se retrouvent dans la roche.

La *laumonite* forme des agrégats de cristaux présentant en lumière naturelle un aspect nuageux, caractéristique, dû à l'altération facile de ce minéral.

La *calcite* est répandue un peu partout dans la roche.

L'*actinote* est assez rare, elle se présente en petites baguettes.

La *chlorite* est l'élément dominant dans les échantillons fortement altérés; elle répond toujours aux caractères de la *delessite*.

Au point de vue de l'altération de la roche, j'ai constaté que, d'une manière générale, la pâte microlitique est plus atteinte que les feldspaths du premier temps : ceux-ci se montrent souvent intacts dans une pâte où il est impossible de distinguer, par suite de l'abondance des minéraux secondaires, les microlites feldspathiques.

Souvent aussi, l'altération a envahi dans les grands

Digitized by Google

plagioclases zonés la zone périphérique en même temps que le magma microlitique d'une acidité correspondante.

De l'*épidote* se montre, bien qu'assez rare, en grains irréguliers ou en baguettes incolores et sans polychroïsme.

Des lamelles hexagonales de *biotite*, identiques à celles que j'ai trouvées dans les druses, paraissent devoir être considérées comme étant d'origine secondaire.

Le *quartz* n'existe pas uniformément dans la roche. Certains échantillons en sont totalement dépourvus; d'autres, au contraire, présentent des plages quartzeuses irrégulières englobant les microlites et les grands cristaux. Les microlites noyés dans ces plages sont toujours corrodés.

Pour toutes ces raisons, je crois devoir attribuer au quartz une origine secondaire postérieure à la consolidation de la roche.

Cette question a son importance pour la définition même de la roche qui sera une *andésite quartzifiée* dans le cas du quartz secondaire, une *dacite* ou une *andésite quartzifère* dans le cas du quartz primordial (deuxième temps).

C'est à cette dernière hypothèse que se sont arrêtés MM. J. Curie et Flamand dans leur description sommaire de la roche de Bou Serdoun, ou plutôt de la roche de Cap-de-Fer, à laquelle ils l'ont assimilée (1).

Ils ont résumé la composition et la structure de cette dernière roche dans le tableau suivant :

Pâte microlitique :	*Micr. d'oligoclase* dominants et nombreux. *Petites plages quartzeuses* irrégulières. *Micr. fer oxydulé* peu développé.

(1) Curie et Flamand. *Étude succincte sur les roches éruptives de l'Algérie.* — Alger, 1889. Imp. Fontana et Cie, p. 33 et 39.

Digitized by Google

Anciens cristaux :
- *Plagioclase* dominant.
- *Orthose.*
- *Amphibole* brune.
- *Mica noir* peu développé.
- *Pyroxène* rare.
- *Fer oxydulé.*

On le voit, la composition de la roche du Cap-de-Fer paraît correspondre exactement à celle de la roche de Bou Serdoun ; surtout si l'on fait abstraction de l'amphibole fréquente dans la première, douteuse ou au moins très rare dans la deuxième. Il nous suffira d'attribuer aux *plages quartzeuses* de la roche du Cap-de-Fer une origine secondaire pour faire de cette roche une *andésite quartzifiée.*

D'ailleurs, la roche de Bou Serdoun, pas plus que celle du Cap-de-Fer, ne renferme pas de quartz en grands cristaux. De plus, elle offre une structure franchement microlitique et non granulitique. M. J. Curie, qui a bien voulu me donner récemment son opinion dernière sur cette question, serait d'avis d'abandonner la dénomination de dacite, dont il s'était antérieurement servi, pour celle d'andésite quartzifère, ce qui justifierait la structure microlitique de la roche. Mais il maintiendrait l'origine primordiale du quartz.

Je ne partage pas cette opinion. Le quartz me paraît franchement secondaire et je suis, sur ce point, d'accord avec mes maîtres MM. Fouqué et Lacroix.

J'ajouterai cependant que M. Michel Lévy, qui a bien voulu me donner son avis sur la question en jetant un coup d'œil sur mes préparations, ne serait pas aussi affirmatif. Pour lui, il serait bien difficile de dire si la silicification a été immédiate ou bien franchement postérieure à la consolidation de la roche.

Digitized by Google

Enclaves. — La roche de Bou Serdoun renferme d'assez nombreuses enclaves qui sont de deux sortes :

1° Enclaves de *gneiss à cordiérite* que M. A. Lacroix a signalées dans son mémoire sur *les enclaves des roches volcaniques* (1). Elles sont analogues à celles du Capucin (Mont-Dore). Ce gneiss à cordiérite renferme : andalousite, cordiérite, sillimanite, biotite, orthose, oligoclase, quartz, fer oxydulé, spinelle.

L'*andalousite* se présente en grands cristaux atteignant 2 centimètres de longueur, incolores ou roses et alors polychroïques en lames minces.

La *cordiérite* est en grandes plages dépourvues de polychroïsme en plaques minces; elle présente ses produits d'altération habituels. Elle englobe l'andalousite.

La *sillimanite* se rencontre surtout à l'état de fines inclusions formant des houppes enchevêtrées dans la cordiérite. Ce dernier minéral en est, par places, complètement imprégné. La sillimanite en plus grands cristaux forme en outre des groupements à axes parallèles avec l'andalousite.

La *biotite* se présente en grands cristaux souvent chloritisés. Elle est parfois résorbée en *fer oxydulé* et *spinelle vert* (*pléonaste*) sous forme d'octaèdres a^1 (111).

2° Enclaves de *quartzites* ou *grès quartzeux* à grains de quartz dans les interstices desquels sont logées des lamelles de mica chloritisé.

Ségrégations. — Je terminerai cette note en signalant dans la roche des amas de grands cristaux de plagioclase. Ces amas doivent être considérés, d'après M. A. Lacroix, comme des ségrégations produites au sein du magma qui a donné naissance à la roche. Un examen attentif de ces feldspaths paraît confirmer cette manière de voir. J'ai en

(1) *Les enclaves des roches volcaniques*, Mâcon, 1893, p. 658.

Digitized by Google

effet constaté qu'ils sont en grande majorité constitués par du *labrador*; quelquefois ils sont un peu plus basiques et présentent les caractères de la *bytownite*; l'*andésine* s'y présente assez rarement. Cette basicité, généralement plus élevée que celle des plagioclases du premier temps de la roche, semblerait indiquer tout à fait le début de la cristallisation du magma. Les feldspaths de ségrégation se présentent d'ailleurs de la même façon que ceux répartis isolément dans la roche, avec les mêmes dimensions, la même structure zonée, etc. Ces cristaux sont parfois très serrés, au point de ne laisser entre eux aucun interstice. D'autres fois, ils sont moulés par la pâte microlitique de la roche, ou par de l'augite (structure ophitique).

Collège de France et Muséum d'histoire naturelle (Minéralogie).

Le secrétaire donne lecture de la note suivante envoyée par M. Gonnard :

Sur l'existence de la Gismondine dans les géodes du basalte de Chabane, près de Saint-Agrève (Ardèche).

Par Ferdinand Gonnard.

J'ai récemment découvert dans l'Ardèche, aux environs de Saint-Agrève, un basalte renfermant, dans de petites géodes sporadiques, des cristaux de gismondine associés à d'autres zéolites.

J'avais déjà signalé l'existence de petits cristaux octaédriques, à faces rugueuses, de ce minéral, associés à la christianite, à la mésotype et à la calcite dans un basalte compact du bois de Verrières (Loire), sur la route de Montbrison à Saint-Anthême (Puy-de-Dôme) (1), et M. des

(1) Comptes Rendus, 31 mars 1884.

Digitized by Google

Cloizeaux avait, peu après, reconnu, dans les divers échantillons de ce gisement que je lui avais communiqués, de jolies aiguilles de thomsonite (1).

Presque à la même époque, j'ai encore indiqué, dans la dolérite amygdalaire de La Chaux-de-Bergonne, près de Saint-Germain-Lembron (Puy-de-Dôme), la même espèce associée à la christianite, à la phacolite et au mésole (2).

Mais, à ces deux gisements, je n'avais recueilli que des cristaux enchevêtrés, ternes, opaques, qui ne se prêtaient nullement aux mesures goniométriques.

Le gisement de Saint-Agrève est donc, en somme, pour la gismondine, sinon le premier (3) signalé sur le sol français, du moins le plus remarquable à cause de la netteté, de la limpidité et de l'éclat des cristaux de cette intéressante espèce minérale, qu'on peut y recueillir.

Lorsque, partant de Saint-Agrève, on prend la route de Labâtie d'Andaure, on trouve à environ 2 kilomètres de là, sur la gauche de la route, à 5 ou 600 mètres, une ferme connue sous le nom de Chabane.

Il n'y a pas là de carrière à proprement parler; mais, de même que sur certains points du Forez, et, notamment dans le bois de Verrières, sur la route de Montbrison à Saint-Anthême, le basalte ne produit ici ni coulées, ni nappes recouvrant des formations plus anciennes; il vient, pour ainsi dire, mourir à la surface du granit qu'il a traversé et qu'il pénètre comme l'eau pénètre une éponge. Le fermier extrait çà et là, à temps perdu, au voisinage même de sa

(1) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, avril 1884, tome VII.

(2) Comptes Rendus, 28 avril 1884.

(3) M. Daubrée mentionne, avec quelques réserves néanmoins, la gismondine dans le béton romain des sources thermales de Plombières (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 4 avril 1859, 2e série, tome XVI).

Digitized by Google

maison, des blocs qu'il conduit à Saint-Agrève pour l'entretien de la route.

Le basalte de Chabane est très compacte; les géodes qu'on y observe sont très rares; car, c'est à peine si, sur 15 à 20 mètres cubes dont, pendant trois semaines, j'ai attentivement suivi le cassage, j'ai pu recueillir une cinquantaine de morceaux avec zéolites.

La plus intéressante d'entre elles, eu égard à sa nouveauté relative, est la gismondine. Les géodes de cette espèce sont de faibles dimensions, 15 à 20 millimètres au plus; l'intérieur en est hérissé de pointements octaédriques. Les cristaux, d'un éclat très vif, transparents surtout aux sommets, translucides ou opaques au centre, sont souvent maclés (1), et ici il est question de macles visibles à l'œil ou à la loupe, la structure intérieure des pseudo-octaèdres de gismondine étant, comme on sait, très complexe. Ils n'ont guère plus de 1 à 2 millimètres au plus, et leurs dimensions sont souvent beaucoup moindres. Il est assez difficile d'isoler un cristal propre aux mesures goniométriques, c'est-à-dire, suffisamment complet et à faces unies et miroitantes. J'ai cependant pu obtenir un certain nombre d'incidences assez concordantes. Les meilleurs pointés m'ont conduit à :

b^1b^1 (arête basique) 93°3′ à 93°11′
b^1b^1 (arête culminante) 120°24′ à 120°31′.

Or, les nombres indiqués par M. des Cloizeaux varient de 89° à 93° et de 117° à 122°; les résultats ci-dessus peuvent donc être considérés comme assez satisfaisants.

Les cristaux de gismondine, de même que ceux d'apo-

(1) Voir, à la fin du présent travail, une addition touchant les macles de gismondine de Chabane.

Digitized by Google

phyllite ou de christianite, s'albinisent parfois et sont alors d'un blanc laiteux ou jaunâtre.

On rencontre aussi des cristaux de gismondine dans l'intérieur des géodes de christianite, plus fréquentes que les premières. Cette christianite, de même que celle de Verrières, offre la macle simple de la morvénite.

A ces deux zéolites vient s'associer, mais rarement toutefois, la thomsonite. Cette dernière forme, comme celle de Verrières, de petits mamelons hémisphériques à structure radiée, dont la surface montre assez nettement, à la loupe, la réunion des bases octogonales des cristaux simples aplatis suivant une diagonale de ces bases.

Avec ces zéolites, on trouve encore, ainsi que dans la plupart des laves vacuolaires que j'ai eu occasion d'étudier dans le Plateau central, une substance amorphe, opaque, résidu de leur cristallisation ; de couleur verdâtre ou bleu verdâtre, ou blanche, elle se désagrège au contact de l'eau et se réduit en menus fragments.

Ces associations minérales du basalte de Chabane rappellent celles de la même roche des environs de Giessen (Hesse-Darmstadt) et en particulier celles de Schiffenberg étudiées par M. Streng et par M. des Cloizeaux.

Un dernier membre de ces associations est le suivant : sur les parois des géodes de christianite ou de gismondine se sont formés des cristaux blonds, d'un jaune d'or ou même rougeâtres, comme certaines blendes d'Espagne ; ce sont des prismes hexagonaux réguliers ; ils sont les axes des dépôts cristallins ultérieurs de christianite, comme les fils que l'on place dans les bassines de sucre candi ; ils appartiennent à la sidérose (1). J'ai même trouvé sur l'un de mes échantillons un peu de pyrite à côté de ces

(1) Le même fait se produit dans les géodes à zéolites de Verrières ou de Prudelles, mais c'est l'aragonite ou la calcite qui fait l'office de la sidérose.

Digitized by Google

cristaux. C'est là un fait assez rare, je crois, et que j'ai constaté pour la première fois dans un basalte. Le minéral originaire est donc la pyrite, transformée plus tard en sidérose par l'acide carbonique emprisonné dans la lave. Ces prismes de sidérose disparaissent parfois et laissent leur empreinte très nette dans la masse zéolitique. L'ordre de formation de ces diverses substances paraît donc avoir été le suivant : pyrite, sidérose, christianite et enfin gismondine et thomsonite [1]. Un peu d'hyalite recouvre parfois les cristaux de gismondine.

Pour compléter la liste des minéraux que j'ai observés dans le basalte de Chabane, il me reste à citer un silex blanc laiteux empâté par lui, ainsi que des grains de magnétites et de rares nodules de péridot.

A 6 kilomètres environ de Saint-Agrève, sur la route qui mène à Fay-le-Froid (Haute-Loire), et à 200 mètres sur la droite, existe une colline recouverte d'une nappe de basalte prismé, que l'on exploite et que l'on emploie concurremment avec celui de Chabane. C'est la colline de Montréal. Ce basalte paraît ne renfermer aucun hydrosilicate. En revanche, il est assez riche en péridot. Je crois devoir en signaler ici l'existence, car, les blocs de Chabane et de Montréal étant cassés sur le même chantier à Saint-Agrève, une certaine confusion pourrait se produire par suite de leur mélange.

Addition (Macles de Chabane).

Les cristaux de gismondine forment des groupements très complexes, auxquels prennent parfois également part

(1) Von Lasaulx cite la même association de sidérose avec calcite, natrolite et gismondine dans le basalte du Schlauroth, près Görlitz (*Zeitsch. für Kryst.* IV, 2, 1879), et il constate que c'est la gismondine qui est le minéral le plus récent de l'association.

Digitized by Google

des cristaux de christianite. Le plus simple d'entre eux est une macle symétrique où les deux cristaux de gismondine, empilés sur le même axe, sont assemblés suivant la base *p*. Une autre macle est celle où deux cristaux ont une face pyramidale commune. Cette dernière macle a été signalée par M. Streng sur les cristaux de gismondine de Schiffenberg, près de Giessen (1). Les deux trapèzes réunis par leurs petites bases, qui constituent le plan commun aux deux pseudo-octaèdres quadratiques, attirent le regard, même dans les assemblages de plusieurs cristaux enchevêtrés, à cause de la simultanéité de leur miroitement et de la forme en X que ces trapèzes accolés présentent.

M. Lacroix présente les notes suivantes :

Phénacite de Saint-Christophe-en-Oisans.

Par MM. A. Des Cloizeaux et A. Lacroix.

Nous avons trouvé récemment dans la Collection minéralogique du Muséum d'Histoire Naturelle, un échantillon qui nous permet de donner une solution définitive à une question controversée, intéressant la minéralogie de la France.

Lévy, en 1837, dans sa *Description de la Collection Heuland* (t. II, p. 155), signala l'existence de cristaux incolores de tourmaline, accompagnant l'anatase du Dauphiné. En 1847, M. Marignac découvrit (2) deux cristaux incolores et transparents, provenant *probablement* du Dauphiné; la plu-

(1) *Uber einige in Blasenräumen der Basalte vorkommende Mineralien.* — Neues Jahrb, 1874, p. 578 et suivantes.

(2) *Archives des Sciences naturelles de Genève*, t. VI, p. 299; 1847.

Digitized by Google

part des formes trouvées sur le cristal mesuré étaient nouvelles pour la tourmaline à laquelle ce savant le rapporta.

Miller fit remarquer (1) que les angles donnés par M. Marignac se rapportaient assez exactement à ceux de la phénacite, et l'un de nous (2) insista sur la probabilité de l'identité des cristaux en question avec ce minéral, identité qu'un examen optique pourrait facilement démontrer.

Vingt ans plus tard, M. Seligmann ayant étudié des cristaux de forme identique, signalés à Reckingen (Valais), par Websky et appartenant à la phénacite, émit l'hypothèse que les cristaux décrits par M. Marignac avaient la même origine.

Enfin, tout récemment, l'un de nous (4) put examiner un des cristaux de M. Marignac (échantillon obligeamment communiqué par notre collègue, M. Duparc, professeur à l'Université de Genève), et constater sur une esquille de quelques dixièmes de millimètre qu'il était uniaxe et *positif*.

La question était donc tranchée en faveur de la phénacite; toutefois le cristal étant implanté sur du quartz, il était à craindre que l'esquille, détachée d'un échantillon aussi précieux, ne fût pas entièrement composée par le minéral qu'il s'agissait de déterminer.

L'échantillon qui fait l'objet de cette note permet de confirmer ces premiers résultats.

Il est formé par un fragment de granulite, de forme grossièrement triangulaire, couvert sur deux de ses faces de cristaux de quartz hyalin un peu enfumé, d'orthose et

(1) *Introduction to Mineralogy*, p. 348; 1852.

(2) A. Des Cloizeaux, *Manuel de Minéralogie*, t. I, p. 514, 1862.

(3) A. Lacroix, *Minéralogie de la France et de ses colonies*, t. I, p. 03 1893.

Digitized by Google

d'albite, accompagnés par quelques octaèdres allongés d'anatase, par de la ripidolite, et enfin par de petites aiguilles incolores, dans lesquelles nous avons pu reconnaître la substance décrite par Lévy et M. Marignac.

Ces cristaux ont en moyenne 1 millimètre de longueur; deux d'entre eux atteignent toutefois 4 millimètres. Ils sont très allongés suivant l'axe vertical, parallèlement auquel les faces de la zone prismatique [e^2 $(10\bar{1}0)$ et d^1 $(11\bar{2}0)$] sont très cannelées. Ils sont terminés par le rhomboèdre b^1 $(01\bar{1}2)$, parfois accompagné de très petites facettes b^2 $(11\bar{2}3)$, p $(10\bar{1}1)$.

Les angles, mesurés sur un très petit cristal, concordent d'une façon très satisfaisante avec les données de M. Marignac.

Nous avons pu constater que le minéral était à un axe *positif*, que sa biréfringence était celle de la phénacite. Il est infusible au chalumeau et raye facilement le quartz.

Enfin, divers essais microchimiques ont été faits. Un petit cristal a été attaqué dans un creuset de platine par l'acide fluorhydrique, puis l'acide sulfurique.

Le résidu a été repris par quelques gouttes d'eau, et, sur une lamelle de verre, le liquide à essayer a été additionné d'oxalate de potassium, avec les diverses précautions indiquées par M. Behrens. On a ainsi obtenu les cristaux monocliniques, caractéristiques de l'oxalate double de glucinium et de potassium.

Tous les essais cristallographiques, optiques et chimiques sont donc d'accord pour conduire à la certitude que le minéral en question est bien de la phénacite.

Il est permis d'être non moins affirmatif sur son gisement. L'échantillon qui nous occupe est indiqué comme provenant de Saint-Christophe-en-Oisans; il a été catalogué au Muséum dans la série de 1804, et faisait sans doute partie

Digitized by Google

de l'ancien fond, antérieur à la Révolution : il date donc de l'époque où de Bournon explorait les montagnes du Dauphiné, exploitant des gisements, perdus depuis, dans lesquels il a trouvé les énormes cristaux d'anatase, les cristaux de chrichtonite, que l'on ne voit plus que dans les collections formées à cette époque.

La granulite servant de gangue à nos cristaux est bien identique à celle de Saint-Christophe, et notamment à celle du Puits, près de ce village.

Matériaux pour la minéralogie de la France (1).

Par M. A. Lacroix.

XXIV (2). — *Libéthénite de Montebras* (*Creuse*).

Les travaux d'avancement d'une galerie de la mine d'étain de Montebras ont mis à découvert, il y a deux ans, un filon de quartz, renfermant un peu d'orthose rougeâtre et de mica blanc.

M. Morineau y a trouvé des filonnets d'environ 1 millimètre d'épaisseur, d'un minéral vert foncé qu'il a soumis à mon examen; un seul échantillon présente des cristaux orthorhombiques distincts ayant $0^{mm},5$ de plus grande dimension, cristaux dans lesquels les faces m (110) et e^1 (011) sont à peu près également développées, j'y ai observé en outre $b^{1/2}$ (111); quelques cristaux sont allongés suivant l'arête e^1e^1.

Des essais chimiques qualitatifs m'ont permis de constater

(1) Les minéraux brièvement décrits dans cette note et dans les suivantes qui porteront le même titre, seront étudiés en détail dans le tome II, de la *Minéralogie de la France et de ses Colonies*. (Paris, Baudry 1893), dont j'ai eu l'honneur de présenter le premier volume à la séance de février de l'an dernier.

(2) Voyez *Bulletin* XIV, 318, 1891.

Digitized by Google

l'identité de ce minéral avec la *libéthénite*; des mesures approximatives prises sur un petit cristal conduisent au même résultat.

Ces cristaux, difficiles à isoler de leur gangue, sont tantôt clairsemés sur le quartz et tantôt réunis en grand nombre pour former des croûtes cristallines d'un vert plus foncé que les cristaux isolés.

La libéthénite étant assez rare, il me paraît intéressant de la signaler dans le gisement de Montebras, déjà riche en espèces peu communes.

XXV. — *Lunnite, cuprite et cuivre natif d'Alban-le-Fraysse (Tarn).*

M. G. Léon a bien voulu m'envoyer, il y a deux ans, des minéraux cuprifères trouvés dans la mine de las Costes en Alban-le-Fraysse (Tarn).

Au mur du filon d'hématite qui est exploité dans cette mine, on a rencontré dans un travers-banc une poche pleine de cuivre natif et d'autres minéraux qui font l'objet de cette courte note. Cette poche peu importante, du reste, semblait se prolonger suivant la stratification du schiste encaissant.

Dans les échantillons que j'ai examinés, le cuivre natif est intimement associé à de la cuprite d'un beau rouge cochenille et à du quartz.

Le cuivre n'a point de formes géométriques, la cuprite au contraire est très cristalline, creusée de nombreuses géodes que tapissent des cristaux transparents et très brillants. Malheureusement ils sont fort petits et il est à peu près impossible de les détacher de leur gangue.

Leur forme dominante est l'octaèdre régulier a^1 (111), associé à p (100) et b^1 (110) qui ne forment que de très

Digitized by Google

fines facettes. Il existe en outre un trapézoèdre réduit à de petites faces linéaires que je n'ai pu mesurer.

Ces deux minerais de cuivre sont intimement associés à de la malachite et à de la *lunnite* qui se sont formées à leurs dépens. Ces deux derniers minéraux constituent des masses fibreuses et mamelonnées vertes; ils se distinguent facilement l'un de l'autre par leur nuance différente. La malachite est d'un vert un peu jaune, son éclat est soyeux; la lunnite est d'un vert sombre, presque noir à la partie extérieure de ses mamelons hérissés de pointes cristallines. Les essais chimiques permettent du reste de confirmer rapidement ce premier diagnostic.

Quand on brise un bloc de quartz qui renferme ces minéraux, on observe de nombreuses cavités les unes tapissées par du quartz hyalin, les autres par la lunnite. Si l'on fait une cassure perpendiculaire à la surface d'une des géodes qui contient ce phosphate de cuivre, on voit qu'il forme une croûte mince recouvrant la malachite qui elle-même est implantée sur un noyau de cuprite. Il existe parfois un vide entre la malachite et la lunnite.

Souvent aussi la lunnite repose directement sur le quartz, soit en couches continues, soit en petits globules sphérolitiques d'une couleur généralement claire en raison de leur faible dimension.

Assez rarement, l'ordre de cristallisation qui vient d'être donné est renversé et la malachite en houppes constituées par de petites aiguilles faciles à isoler les unes des autres recouvre la lunnite.

J'ai dit plus haut que les mamelons de lunnite étaient hérissés de pointes cristallines; j'ai vainement cherché des cristaux mesurables dans un très grand nombre d'échantillons, que M. Léon a bien voulu choisir sur place quand le gisement a été découvert.

Digitized by Google

La lunnite d'Alban-le-Fraysse offre une grande analogie avec celle de Rheinbreitenbach.

XXVI. — *Vivianite et sidérose du Pouldu en Caurel (Côtes-du-Nord).*

Les ardoisières du Pouldu en Caurel (Côtes-du-Nord) renferment quelques minéraux intéressants qu'y a découverts M. Plénier. Je dois à l'obligeance de ce dernier et à celle de M. de Limur, une série intéressante d'échantillons que je me propose de décrire brièvement ici.

Les bancs de schistes ardoisiers, exploités dans la carrière du Pouldu, sont traversés par des fissures que tapissent de petits cristaux de sidérose formés par de petits rhomboèdres empilés, simulant des prismes à arêtes courbes.

Ces cristaux de sidérose sont par places accompagnés de cristaux de vivianite pouvant atteindre plusieurs centimètres. Ils sont aplatis suivant g^1 (010); malheureusement, ils sont rarement nets, leurs angles sont arrondis et leurs arêtes courbes; aucune mesure goniométrique précise n'est possible; on peut y reconnaître les faces g^1 (010), m (110), h^1 (100) et probablement $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), a^1 (101).

XXVII. — *Cassitérite de quelques gisements français.*

M. Morineau a bien voulu me remettre les cristaux nets de cassitérite qui ont été trouvés pendant qu'il dirigeait l'exploitation de Montebras (Creuse).

Ils ont tous la même forme; ce sont des octaèdres a^1 (101) d'un noir foncé, les cristaux sont très rarement mesurables; ils ont les faces courbes et sont constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus; les plus gros cristaux montrent nettement cette structure complexe, leurs faces présentent, en effet, de

Digitized by Google

profondes cannelures en escalier, parallèles à leurs côtés.

Les cristaux, quand ils sont engagés dans un mica jaune à petites paillettes, peuvent être isolés entiers; ils ne sont pas maclés. Je n'ai observé la macle habituelle à la cassitérite que sur de petits cristaux implantés sur du quartz.

On sait que la cassitérite de Montebras contient une quantité notable d'acides niobique et tantalique.

La cassitérite de la Chèze, près Ambazac (Haute-Vienne), est également noir de fer; les cristaux sont fort rarement déterminables. Les petites masses que j'ai pu détacher de la granulite qui les englobe, montrent fréquemment la macle suivant b^1 (112).

Dubuisson a signalé jadis (1) la cassitérite à Doulon et à Nantes même, au nord de la route de Rennes, près le Gué-Moreau.

J'ai pu examiner quelques échantillons de ces gisements grâce à l'obligeance de M. L. Bureau, conservateur du musée de Nantes; j'en ai retrouvé quelques-uns dans la collection du Muséum d'histoire naturelle, qui les doit à Dubuisson.

Dans ces deux gisements la cassitérite est engagée dans une granulite à muscovite. Elle y forme de gros octaèdres identiques de formes à ceux de Montebras; ils atteignent 2 centimètres de plus grande dimension.

Quelques échantillons présentent un allongement fort singulier, les cristaux ne possédant toujours que les faces a^1 sont extrêmement allongés suivant une arête a^1a^1. L'angle $a^1 a^1$ (sur b^1) étant d'environ 121° 40′, ces cristaux ont la forme de longs prismes obtus rappelant les cristaux d'amphibole; comme d'autre part, ils sont rarement entiers, leur détermination est difficile au premier coup d'œil.

(1) Catalogue de la collection minéralogique de Nantes, 1830, p. 202 et 265.

Digitized by Google

La collection du Muséum possède un échantillon de *cassitérite* présentant toutes les particularités de celle des environs de Nantes. Il est indiqué comme provenant des bords de la rivière Onon, dans la Sibérie orientale. Cette cassitérite est engagée dans une granulite à muscovite, riche en trapézoèdres de grenat rose pâle.

Je signalerai en passant l'existence de la base *p* (001) sur quelques petits cristaux non maclés de cassitérite provenant de la mine bien connue de la Villeder, dans le Morbihan. Ces cristaux présentent la combinaison h^1 (100), h^3 (310), *m* (110), a^1 (101), b^1 (112), *p* (001). Les faces *p* sont généralement petites, mais donnent de bonnes images au goniomètre.

XXVII. — *Apatite des environs de Montbrison (Loire).*

(Échantillon de la collection du Muséum, décrit par DE BOURNON, comme émeraude.)

En 1789, de Bournon signala aux environs de Montbrison l'existence de divers minéraux, et entre autres de l'émeraude (1).

Quelques années plus tard, Passinges revint sur ce dernier minéral, en donna la description et signala notamment des cristaux d'émeraude « fistuleux ou percés d'un bout à l'autre » (2).

Dans son *Traité de minéralogie* (3), Haüy cite ce gisement d'émeraude avec un point de doute et le fait suivre de l'observation suivante : « L'opinion qu'il existe des émeraudes en

(1) *Journal de physique*, juin 1789, 453.

(2) *Journal des Mines*, n° XXXVII, 203, an VI (1797).

(3) *Traité de minéralogie*, Paris, IV, 361, 1801. Voir dans ma *Minéralogie de la France*, I, 36, la discussion entre Haüy et de Bournon, à laquelle donna lieu l'andalousite du même gisement.

Digitized by Google

France a pour auteur le célèbre de Bournon, qui regardait comme tels de petits cristaux en prismes hexaèdres réguliers, qu'il avait trouvés dans le ci-devant Forez où ils occupaient le même filon de feldspath qui a offert depuis à l'observation de ce minéralogiste, la substance que nous avons nommée feldspath apyre. La dureté de ces cristaux variait beaucoup; les uns, suivant Bournon, avaient celle de l'émeraude ordinaire et les autres se laissaient facilement entamer. J'en ai vu dans la collection du cit. Gillet, sur lesquels la pointe d'un couteau laissait une trace très sensible. Leur couleur est tantôt uniformément verdâtre et tantôt en partie verdâtre en partie grise. »

L'année suivante, de Bournon répliqua(1), en maintenant son opinion.

Enfin, tout récemment M. Gonnard(2), en cherchant à retrouver le gisement du minéral en question, rencontra sur les bords du Vizezy, aux environs de Montbrison, des filons de pegmatite à chlorophyllite renfermant de petits cristaux d'apatite qui répondent assez bien à la description des auteurs précédents.

La collection du Muséum possède l'échantillon qu'Haüy dit avoir examiné chez Gillet de Laumont. Il porte l'étiquette suivante : « Émeraude des environs de Montbrison en Velay. Bournon. » Il faisait partie de la collection Gillet de Laumont, acquise en 1835 par le Muséum(3). Il est facile de le reconnaître à la description donnée par Haüy.

(1) *Description of the Corindon stones*... with observations on some other mineral substances. *Philosophical Transactions*. London, 1802, page 94 du tirage à part.

(2) *Bull. Soc. Minér.*, VII, 467, 1884.

(3) Cette collection a un grand intérêt historique, car elle renferme de nombreux échantillons recueillis par Gillet de Laumont à la fin du siècle dernier et au commencement de ce siècle dans des gisements depuis longtemps épuisés. Ce savant avait, en outre, acheté la collection de Romé de l'Isle et l'avait incorporée dans la sienne.

Digitized by Google

Il porte plusieurs cristaux de la forme m $(10\bar{1}0)$, p (0001), b^{1n} $(20\bar{2}1)$; le plus grand a environ 2 millimètres suivant l'axe vertical et 1 millimètre de diamètre dans la base.

J'ai pu m'assurer par un essai chimique, que le minéral est de l'apatite.

XXIV. — *Roches basiques à néphéline. — Zéolites et corindon du puy de Saint-Sandoux (Puy-de-Dôme).*

Tous les minéralogistes et géologues, qui ont jusqu'à ce jour étudié le Plateau central de la France, ont été frappés de l'*absence complète de roches à néphéline dans la série basaltique*, cependant si riche, de cette région volcanique. J'en ai découvert récemment de fort intéressantes dans le Puy-de-Dôme.

En examinant la collection de Daubuisson, conservée au Collège de France, j'y ai rencontré un échantillon d'une roche grenue, ressemblant à une diabase et étiquetée : *Dolérite du puy de Saint-Sandoux*.

Sur ma demande, M. P. Gautier a bien voulu me recueillir au puy de Saint-Sandoux (1) une série nombreuse de roches volcaniques qui m'ont servi à l'étude dont voici les premiers résultats sommaires. Je ne m'occuperai pour l'instant que de la question purement minéralogique, en faisant toutefois remarquer que, d'après M. Gautier, les roches en question formeraient pour la plupart des filons dans les pépérites et ne constitueraient pas de véritables coulées.

La roche doléritique, qui m'a servi de point de départ, se trouve au-dessus du petit lac du puy de Saint-Sandoux. A l'œil nu, on y distingue d'abondants cristaux

(1) Ce puy est aussi appelé puy de Barneire. (Voy. Gonnard, *Bull.*, XVI, 42, 1893); j'ai adopté la version de la carte d'état-major.

Digitized by Google

d'*augite* et d'*ilménite*, disséminés dans les éléments blancs dont le principal est la *néphéline*.

Au microscope, on constate que la roche présente de grandes variations dans sa structure et dans les proportions relatives de ses éléments constitutifs. L'ilménite, l'augite et la néphéline, accompagnés d'un peu d'apatite, forment les éléments les plus anciens et les plus abondants; ils sont presque toujours accompagnés en outre d'un peu de feldspath et de matière vitreuse. L'olivine y est accidentelle; les produits secondaires (*zéolites*) y sont extrêmement abondants.

L'*ilménite* en rhomboèdres basés, très aplatis, est translucide et brune en lames minces; l'*augite* en cristaux, à formes généralement nettes, appartient à la variété violette, très dispersive, des roches sodiques; elle se transforme localement sur les bords en *ægyrine*. La *néphéline* forme des prismes hexagonaux, atteignant parfois $1^{mm},5$.

Les relations mutuelles de la néphéline et de l'augite sont très variées; trois cas peuvent être observés : 1° l'augite, en cristaux nets, est antérieure à la néphéline qui l'englobe; souvent alors pendant la cristallisation de la néphéline, l'augite a continué à s'accroître, sous forme de prolongements pegmatoïdes, grêles, orientés sur le cristal ancien et disséminés dans la néphéline; 2° l'augite et la néphéline ont cristallisé simultanément; l'augite forme alors avec cette dernière une pegmatite semblable aux pegmatites graphiques des roches acides; 3° l'augite est postérieure à la néphéline et constitue avec elle des associations analogues à celles qui caractérisent la structure ophitique, la néphéline jouant le même rôle que le feldspath dans les ophites.

Les minéraux précédents, associés suivant un de ces

Digitized by Google

trois modes, sont généralement cimentés par un peu de feldspath (orthose dominante avec, parfois, un peu de feldspath triclinique), formant de grandes plages (tantôt simples, tantôt maclées suivant la loi de Carlsbad) ou des lamelles aplaties suivant g^1 (010).

Dans la plupart des échantillons il existe, en outre, un peu de matière vitreuse englobant des microlites filiformes d'orthose et de feldspath triclinique que moule un peu d'ægyrine. Très fréquemment, dans tous ces divers feldspaths, s'observent des groupements dentelliformes ou pegmatoïdes d'ilménite et d'augite. Il y a lieu de signaler, suivant les échantillons, de grandes variations dans la proportion des éléments primordiaux et de ces produits de cristallisation ultérieure.

Enfin, la roche est excessivement riche en *christianite* (macle de Marburg) et en *mésotype* qui se forment aux dépens de la néphéline et du verre. Celui-ci est, du reste, plus attaquable que la néphéline et il n'est pas rare de trouver des échantillons dans lesquels ce dernier minéral presque intact est entièrement moulé par les zéolites.

Il existe plus rarement une zéolite ayant la biréfringence de la *mésotype*, mais uniaxe et *positive*. Ce minéral, que je n'ai pu isoler, semble identique à l'*hydronéphélite* des syénites néphéliniques.

Cette roche doléritique rappelle, à certains égards, celle de Meiches (Vogelsberg); elle n'est pas la seule roche néphélinique existant au puy de Saint-Sandoux, on y rencontre, en effet, de nombreux filons de *néphélinites* franches, possédant les caractères extérieurs des basaltes compactes [1]. Ces néphélinites sont riches en grands

(1) Lecoq (*Époq. géol.*, III, 530) a signalé la roche doléritique qui nous occupe, sa véritable nature lui avait échappé; il a fait remarquer qu'il existe des passages insensibles entre elle et les roches compactes dont elle semble être un accident superficiel. Cette observation a été vérifiée par M. Gautier.

Digitized by Google

cristaux d'olivine, et contiennent en abondance de la magnétite et des microlites d'augite, très souvent maclés suivant h^1 (100) et disséminés dans de grandes plages de néphéline, souvent accompagnées d'un verre incolore.

Fréquemment ces néphélinites renferment en outre de grandes plages de biotite, postérieures aux autres éléments colorés. Ces roches compactes sont beaucoup moins zéolitisées que les types doléritiques.

Enfin quelques filons sont constitués par de véritables *téphrites à olivine* (1) par l'adjonction, à la roche précédente, de microlites feldspathiques, antérieurs à la néphéline.

Je dois signaler l'existence d'enclaves de roches anciennes granitiques dans toutes ces roches; elles présentent les diverses modifications que j'ai décrites dans d'autres gisements de la même région; l'une d'elles appelle l'attention par sa richesse en cristaux de corindon bleu (saphir) en petits isoscéloèdres bleu foncé. C'est là encore un point de ressemblance avec les gisements auxquels je viens de faire allusion.

J'ai rencontré le même minéral dans les mêmes conditions, c'est-à-dire dans une granulite enclavée dans un basalte, aux environs du Pertuis (Haute-Loire).

La collection minéralogique du Muséum d'histoire naturelle renferme de superbes cristaux de mésotype, avec analcime, provenant du puy de Saint-Sandoux; ils sont identiques commes formes et comme dimensions aux plus beaux cristaux du puy de Marman.

L'ensemble des observations que je viens de faire connaître montre que le puy de Saint-Sandoux est un des plus remarquables gisements minéralogiques de l'Auvergne.

(1) Il sera intéressant de rechercher s'il existe quelques relations géologiques entre ces téphrites basiques et les *andésites à hauyne*, décrites par M. Michel Lévy au mont Dore.

Digitized by Google

XXX. — *Béryl, grenat et tourmaline de la Haute-Vallée de l'Oriège (Ariège).*

La rive droite de la Haute-Vallée de l'Oriège est en partie constituée par des gneiss granulitiques. A l'endroit où la rivière quitte la direction S.-N. pour couler vers le N.-O., elle reçoit sur sa rive droite un ruisselet descendant de l'étang de Baxouillade.

Au milieu des éboulis tombés des hauteurs, se trouvent d'abondants blocs de granulite tourmalinifère. L'une d'elles, très riche en quartz et en feldspath blanc, renferme une association minéralogique intéressante; on y trouve, en effet, de gros grenats grossulaires rose clair en dodécaèdres b^1 (110) ou en cristaux arrondis, sans forme déterminable. Ils sont accompagnés de béryl blanc en prismes hexagonaux, rarement basés, ils ont comme plus grandes dimensions de 3 millimètres à 2 centimètres suivant l'axe vertical.

Quant à la tourmaline, elle se présente parfois avec des formes distinctes e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$ et p $(10\bar{1}1)$; je n'ai jamais trouvé de cristaux bipyramidés.

Cette granulite est tout à fait remarquable par l'abondance des trois minéraux qui viennent d'être cités.

XXXI. — *Béryl du pic du Midi de Bigorre.*

Le béryl se rencontre en longs cristaux blancs, atteignant plusieurs centimètres suivant l'axe vertical, dans les pegmatites qui traversent les schistes et calcaires paléozoïques du pic du Midi de Bigorre; j'en ai notamment recueilli de bons échantillons en faisant l'ascension du pic à environ mi-chemin, entre le Refuge et l'Observatoire.

Digitized by Google

XXXII. — *Ripidolite de l'Ariège.*

J'ai découvert dans l'Ariège trois gisements d'une ripidolite, remarquable par l'analogie qu'elle présente avec celle du Dauphiné.

Le premier gisement se trouve sur le bord S.-E. du massif du Saint-Barthélemy, sur la rive droite de l'affluent du ruisseau de Gérale, descendant du col de Trimounts. Les gneiss granulitiques apparaissent sur le chemin conduisant aux carrières de talc de Trimounts; un peu avant de traverser le ruisseau, j'ai rencontré dans le gneiss des fissures offrant de larges surfaces, tapissées de rosettes de ripidolite vert foncé : elles sont constituées par des lamelles hexagonales et offrent la structure de l'*helminthe* du Dauphiné. Ces lames atteignent 4 millimètres de diamètre. La biréfringence de cette chlorite est très faible : elle est à un axe *positif*. De petits cristaux de quartz limpides accompagnent ce minéral.

La ripidolite présentant les mêmes formes et les mêmes dimensions, a été trouvée sur le bord de l'étang Blaou (massif du pic des Trois-Seigneurs), sur de gros blocs de granite, éboulés du pic de Peyroutet.

Le troisième gisement s'observe à l'entrée du lac Naguille, dans les schistes paléozoïques du côté ouest du lac. Des filonnets de quartz présentent par places des cavités que tapissent de petites lamelles vert pâle de ripidolite et de cristaux de quartz hyalin : ces derniers offrant les faces e^2 $(10\bar{1}0)$, p $(10\bar{1}1)$, $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ atteignent 7 centimètres suivant l'axe vertical.

Malgré d'actives recherches, je n'ai trouvé aucun autre minéral dans les fissures de ces diverses roches.

Digitized by Google

Note préliminaire sur les minéraux des mines de la vallée du Diahot (Nouvelle-Calédonie).

Par M. A. Lacroix.

La pointe nord de la Nouvelle-Calédonie est assez riche en gisements métallifères. Depuis plusieurs années, je recueille des documents sur les minéraux de cette région, et particulièrement sur ceux de la vallée du Diahot. Grâce à la générosité de MM. P. Mirabaud et L. Pelatan, la collection minéralogique du Muséum vient de s'enrichir d'une série intéressante d'échantillons qui, en complétant les données que j'ai déjà recueillies, me permettent de publier aujourd'hui cette première note préliminaire.

D'après M. L. Pelatan [1], qui a dirigé plusieurs mines de cette région et qui a bien voulu mettre à ma disposition les documents qu'il a recueillis, les gites cuprifères de cette région se rencontrent, soit à l'état d'amas intercalés dans les micaschistes, soit en filons recoupant les phyllades et les schistes ardoisiers qui leur sont superposés. Ils présentent des remplissages à gangue quartzeuse de chalcopyrite, plus ou moins mélangée de pyrite et parcourue de veinules de galène et de blende. D'après le même ingénieur, ces gisements seraient subordonnés à des injections diabasiques.

La mine Pilou, exploitée au pied du mont Arama, sur la rive gauche du Diahot et près de son embouchure, peut être prise comme type de ce genre de gisement.

Les gisements plombifères constituent, suivant M. Pelatan, d'épais amas, constitués par un mélange de galène, de blende et de pyrite.

Aux affleurements, la décomposition est profonde, et

[1] *Les Mines de la Nouvelle-Calédonie*, p. 53. (Brochure formée d'articles parus dans *le Génie civil*, 1892).

Digitized by Google

les minéraux oxydés abondent au milieu d'une limonite ocreuse. La mine Meretrice, au sud-est de la mine Pilou, est activement exploitée.

Les échantillons de minerais qui arrivaient en France, il y a quelques années, provenaient particulièrement de la mine Balade, située non loin d'Onégoa, sur la rive droite du Diahot à peu près vis-à-vis la mine Meretrice. Ils consistaient surtout en *mélaconise*, *chalcosine*, *pyrite*, *chalcopyrite*, *cuivre natif*, *cuprite*, *chessylite*, *malachite*, imprégnant des micaschistes. Des échantillons de ces minéraux ont été notamment rapportés par MM. Garnier et Heurteau, les premiers géologues explorateurs de la Nouvelle-Calédonie.

Depuis quelques années, de nombreux échantillons de *cérusite*, d'*anglésite*, de *pyromorphite*, *de chessylite*, etc., bien cristallisés, ont remplacé les minéraux de Balade (en général dépourvus de cristaux), dans les collections rapportées par les personnes revenant de la Nouvelle-Calédonie. Je dois à l'obligeance de M. Latteux et de Mme Boubée les premiers échantillons que j'ai examinés. Grâce aux collections données au Muséum par M. Mirabaud et par M. Pelatan, j'ai pu identifier les échantillons que j'ai précédemment étudiés avec ceux des mines Meretrice et Pilou.

Dans une note publiée récemment [1], j'ai décrit ces minéraux comme provenant tous de la seule mine Meretrice : les renseignements qu'a bien voulu me communiquer M. L. Pelatan, me permettent d'être plus précis et d'établir le gisement de chacun d'entre eux. Les mines Meretrice et Pilou sont peu distantes l'une de l'autre et exploitées par des forçats, travaillant alternativement à l'un et à l'autre gisement. Ce sont eux qui font les petites collections vendues aux visiteurs, et

(1) *C. Rendus*, CXVIII, 1894.

Digitized by Google

l'on s'explique, dès lors, pourquoi les échantillons provenant de localités différentes arrivent en Europe toujours mélangés.

Le minerai exploité à la *mine Meretrice* est une galène argentifère à grains fins, accompagnée d'un peu de blende et de sulfures cuivreux. Les minéraux cristallisés des parties superficielles du gisement sont les suivants :

Anglésite, cérusite, argent natif, pyromorphite.

L'*anglésite* forme de superbes cristaux ayant en moyenne 5 millimètres, mais atteignant parfois plusieurs centimètres. Ils sont généralement implantés sur une gangue, formée par une limonite en partie scoriacée et en partie ocreuse jaune, pulvérulente, aussi sont-ils rarement incolores et limpides. Le plus souvent, ils ont englobé un pigment jaune, qui les rend opaques, bien que leurs faces soient parfaitement brillantes. Ce pigment est distribué irrégulièrement et il n'est pas rare d'observer un cristal jaune intense au centre, incolore et transparent à sa surface.

La forme dominante est celle des cristaux de barytine d'Auvergne. On y distingue en effet deux types principaux : le premier est constitué essentiellement par les faces a^2 (102) et m (110), avec allongement fréquent suivant l'arête a^2a^2 ; dans le second, il se joint aux formes précédentes e^1 (011), dont les faces prennent le même développement que les faces m.

La base p (001) manque rarement, mais est généralement peu développée. J'ai observé, en outre, les formes suivantes [1] :

$$g^1(010),\ g^3(130),\ g^3(120),\ h^1(100),\ b^{1/2}(111),\ (b^1b^{1/3}g^{1/2})(122)$$

(1) Les listes d'angles mesurés et les analyses de ce minéral, ainsi que celles des autres espèces signalées dans cette note, seront données dans le tome II de ma *Minéralogie de la France et de ses colonies.*

Digitized by Google

qui sont moins développées que les précédentes. Je dois cependant à l'obligeance de M. L. Pelatan un échantillon constitué par de l'anglésite compacte, stratiforme et caverneuse, imprégné de limonite, et dont les cavités sont riches en cristaux du premier type, dans lesquels une ou deux faces (122) seulement sont très développées; on observe aussi sur ces cristaux de petites facettes p, e^1, g^1.

J'ai observé sur un échantillon de galène mélangée à de la chalcosine et de la chalcopyrite de gros cristaux limpides et incolores du même minéral; ils présentent les formes énumérées plus haut.

La *cérusite* se présente en cristaux non moins beaux, ils se rapportent également à deux types distincts, ceux du reste que l'on rencontre généralement dans ce minéral.

L'un a un aspect pyramidal, grâce au développement des formes $b^{1/2}$ (111) et $e^{1/2}$(021), qui existent parfois seules; il constitue de gros cristaux blancs laiteux à éclat un peu nacré pouvant atteindre 1 centimètre, suivant l'axe vertical. Ces cristaux se trouvent généralement implantés sur de la galène, ou constituent des masses très cristallines épigénisant sur place ce minéral. Ils sont alors accompagnés de cristaux un peu aplatis suivant g^1 (010), qui conduisent au type suivant.

Celui-ci, en effet, est caractérisé par l'allongement suivant l'arête de zone pg^1 (001) (010) des cristaux qui le constituent : cet allongement est souvent accompagné d'un aplatissement fort net, suivant g^1 (010). Les individus les plus grands sont implantés au milieu d'une limonite scoriacée fragile.

Ces cristaux sont assez riches en faces, dont les plus fréquentes, en outre de celles qui ont été énumérées plus haut, sont :

h^1 (100), g^3 (130), a^2 (102), etc.

Les macles suivant m (110) [et plus rarement suivant

Digitized by Google

g^2 (130)] se rencontrent fréquemment dans les cristaux des deux types. M. Pelatan m'a communiqué de grosses masses translucides de cérusite constituées par l'enchevêtrement de cristaux sans formes nettes.

Un des échantillons de limonite scoriacée, riche en cérusite, dont j'ai parlé plus haut, renferme un minéral intéressant. Il est en effet recouvert d'une sorte de mousse formée d'*argent natif*. Quand on l'examine à la loupe, on constate que les fibrilles métalliques sont souvent venu s'implanter sur les cristaux de cérusite. Cet argent natif offre la plus grande ressemblance et aussi la plus grande analogie de mode de formation avec celui qui fut trouvé naguère dans les anciennes mines du Huelgoat.

Je dois à M. Latteux un échantillon de *pyromorphite* provenant selon toutes vraisemblances de la mine Meretrice, il est remarquable par la beauté et la netteté de ses cristaux. Ceux-ci se groupent parfois à axes parallèles pour donner des édifices à formes bizarres, souvent creux, de plus de 2 centimètres de hauteur. Les petits cristaux eux-mêmes ont souvent leur base creusée de cavités se prolongeant profondément suivant l'axe vertical. Néanmoins, les faces de ces cristaux sont éclatantes et permettent des mesures qui seraient excellentes sans les enchevêtrements de plusieurs individus imparfaitement parallèles.

Quelques cristaux sont incolores ou noirâtres. Le plus grand nombre est jaune; la coloration est inégalement répartie et chaque prisme de pyromorphite est formé d'assises successives, diversement colorées, parallèles à la base et se reproduisant en général symétriquement aux deux extrémités du cristal.

Quelques-unes de ces assises sont d'un jaune plus pâle et possèdent un éclat soyeux qui trahit une structure intérieure fibreuse. J'ai observé les formes suivantes :

Digitized by Google

$m\,(10\bar{1}0)$, $h^1\,(11\bar{2}0)$, $p\,(0001)$, $b^{4/5}\,(50\bar{5}4)$, $b^{1/2}\,(20\bar{2}1)$, $b^{1/10}\,(10.0.\bar{1}0.1)$.

Les formes $b^{4/5}$ et $b^{1/10}$ sont nouvelles.

	Angles calculés (1).	Angles observés.
$pb^{4/5}$	137°23′	137°32′
$pb^{1/2}$	120°28′	120°31′
$pb^{1/10}$	97°44′	97°51′

Les gros cristaux ne montrent en général $b^{4/5}$ et $b^{1/2}$ qu'en fine bordure sur le prisme hexagonal basé.

Dans les petits cristaux qui présentent toutes les autres faces, la forme $b^{4/5}$ est parfois assez développée pour faire disparaître la base.

Le minerai exploité à la *mine Pilou* est de la *chalcopyrite* accompagnée d'*érubescite*, de *chalcosine*, de *covelline* d'un beau bleu, de *galène*, etc. Ces minéraux sulfurés se présentent en masses compactes, dépourvues de cristaux nets. Les parties superficielles du gisement sont au contraire riches en minéraux bien cristallisés, il faut citer notamment les suivants :

Chessylite, malachite, linarite, anglésite, cérusite, buratite, atacamite, cuivre natif, cuprite.

La *chessylite* est très abondante à la mine Pilou, elle y forme parfois d'assez grandes géodes, tapissant des amandes des micaschistes, primitivement occupées par des minerais sulfurés. Les cristaux sont alors le plus souvent accolés sur la paroi et tellement enchevêtrés que leur étude est difficile. Les cristaux nets et mesurables se rencontrent dans les cavités d'une *malachite* concrétionnée ou dans des échantillons de quartz caverneux ou mamelonné recouvert d'un enduit noir; ils sont généralement peu abondants, et par suite, ils ont pu se développer librement. Ils sont accompagnés de malachite et de cérusite,

(1) En partant des données de M. Des Cloizeaux, $b : h = 1000 : 736,188$.

Digitized by Google

plus rarement de buratite. J'ai isolé de ces géodes quelques petits cristaux limpides et riches en faces. J'ai observé aussi quelques gros cristaux atteignant $1^{cm},5$ de plus grande dimension; ils offrent l'apparence de quelques-uns de ceux de Chessy. La chessylite se groupe aussi en boules hérissées de faces cristallines comme dans ce dernier gisement.

Un caractère commun à presque tous les cristaux de chessylite de la mine Pilou, consiste dans leur allongement plus ou moins net, suivant l'arête de zone ph^1 (001) (100), souvent accompagné d'un fort aplatissement, occasionné par le très faible développement *suivant l'axe vertical* des faces de la zone prismatique. Des échantillons de malachite caverneuse renferment en grande abondance les cristaux les plus allongés et à la fois les plus aplatis que j'ai eu l'occasion d'étudier dans ce gisement.

Les formes observées sont les suivantes ; l'étude de tous les cristaux que j'ai en mains permettra d'augmenter notablement cette première liste :

h^1 (100), h^5 (320), m (110), g^3 (120) ; p (001), o^2 (102), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$), a^2 ($\bar{1}02$), a^8 ($\bar{1}08$) ; e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $d^{1/2}$ (111) ; ($b^1d^{1/3}g^{1/2}$) (122) ; ($d^1d^{1/5}h^{1/2}$) (322).

Toutes ces formes ont été trouvées réunies sur un même cristal; plusieurs des faces de la zone ph^1 sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle. Dans la zone verticale, les formes m et g^3 ne manquent jamais et sont souvent très développées. La forme nouvelle (122) est très fréquente. Les hémidomes postérieurs très développés sont striés parallèlement à l'arête ph^1 ; la face p (001) est striée parallèlement à son intersection avec e^1 (011).

Un seul échantillon m'a présenté exceptionnellement des cristaux non allongés suivant l'arête ph^1, et présentant plutôt une tendance, très faible il est vrai, à un allongement parallèlement à la zone verticale.

Digitized by Google

La chessylite est généralement accompagnée de *malachite* en masses mamelonnées à fibres serrées ou en houppes soyeuses(1). Ce même minéral se trouve aussi seul en aiguilles cannelées vert foncé à éclat vitreux très vif et transparentes; elles sont terminées par les faces *p* (001) et $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$), et rappellent les cristaux de Horhausen.

La *linarite* est plus rare que les minéraux précédents; dans l'un des échantillons que j'ai examinés, ce minéral est engagé seul dans de la limonite; dans un autre, il recouvre de la chessylite dont il se distingue au premier abord par sa couleur bleue un peu plus claire. Enfin, j'ai observé une large géode, en partie remplie par un mélange confus de cristaux de linarite et d'anglésite. Les géodes voisines du même échantillon sont tapissées par de la chessylite et de la malachite. Les cristaux de linarite sont allongés suivant l'arête de zone ph^1 (001) (100), et aplatis suivant *p* (001), ils présentent les formes :

$$h^1\ (100),\ m\ (110),\ p\ (001),\ a^1\ (\bar{1}01).$$

L'*anglésite* accompagnant la linarite n'a pas la même forme que celle de la Meretrice, elle constitue des tables aplaties suivant la base, et terminées par les faces *m* (110). Ces cristaux blanc laiteux sont fortement striés sur *p* (001), parallèlement à l'arête de zone ph^1.

La *cérusite* qui accompagne l'azurite est d'un blanc laiteux, elle est toujours maclée; ses cristaux aplatis sont pauvres en faces mesurables; ce sont les mêmes que celles du gisement précédent.

La *buratite* forme des houppes nacrées d'un bleu pâle associées à du quartz et à de la calcite; plus rarement, ce minéral en lamelles vert pâle est associé à la chessylite, la malachite et la cérusite; elle leur est postérieure.

(1) Un des échantillons examinés renfermait en outre de la *barytine* lamellaire.

Digitized by Google

L'*atacamite* forme des masses cristallines constituées par l'enchevêtrement de petites aiguilles vertes transparentes, qui dans les géodes se présentent parfois avec les formes habituelles *m* (110), e^1 (011); l'allongement a lieu suivant l'axe vertical.

Quant au *cuivre natif*, celui de toutes les mines de la Nouvelle-Calédonie (Pilou, Balade) est constitué par des masses ramuleuses, imprégnant souvent du quartz blanc laiteux et présentant parfois des cristaux déformés *p* (100), a^1 (111), b^1 (110).

La *cuprite* lui est généralement associée intimement; çà et là, on observe des petits cubes rouge rubis, translucides, avec de petites facettes a^1 et b^1.

L'énumération que je viens de faire des minéraux des mines de la vallée du Diahot montre la richesse de celles-ci, en espèces intéressantes remarquablement cristallisées, qui méritent d'attirer l'attention des minéralogistes. J'espère pouvoir prochainement compléter ces premières données sommaires.

Comptes rendus des publications étrangères.

L.-V. Pirsson. — *On some remarkably developed calcite crystals* (Amer. Journal of Science (3e série, tome XLI, 1891, p. 61).

L'auteur décrit des spécimens des scalénoèdres d^2 de calcite trouvés à Guanajuato (Mexico); ils sont maclés suivant b^1 et remarquablement allongés suivant une arête d^2d^2.

Digitized by Google

W. P. Headden. — *Columbite and Tantalite from the Black Hills of South Dakota.* (Id., p. 89).

Columbite — Le principal gisement de la colombite de ces collines est dans la mine d'Etta. Ce minéral se montre en cristaux qui ont quelquefois deux pouces de large et deux pouces au plus de longueur.

Les faces observées sur les gros cristaux sont les suivantes : g^1 (010), m (110), g^2 (130), h^1 (100), e_2 (132), a^2 (102), p (001), $e^{1/3}$ (031). Les petits cristaux présentent des facettes plus nombreuses : p (001), $e^{1/6}$ (061), $e^{1/3}$ (031), $e^{2/3}$ (032), g^1 (010), m (110), g^2 (130), h^1 (100), (b^1 $b^{1/3}$ $g^{1/2}$) (122), e_2 (132), a^2 (102), ($b^{1/2}$ $b^{1/4}$ g^1) (131), a^1 (101) ? $b^{1/2}$ (111)?

L'auteur donne les analyses de la columbite de plusieurs localités; elles montrent de grandes variations dans les proportions relatives des acides niobique et tantalique.

Tantalite. — L'auteur donne l'analyse de la tantalite de Grizzly Bear Gulch.

La tantalite manganésifère du gisement de Advance Claim renferme 16,25 0/0 d'oxyde de manganèse (MnO).

Wm.-P. Blake. — *Columbite of the Black Hills. South Dakota.* (Id. p. 404.)

Les cristaux présentent les faces : g^1 (010), m (110), h^4 (530), $h^{1/2}$ (730), a^3 (103), a^2 (102), $b^{1/2}$ (111), ($b^{1/2}$ $b^{1/4}$ $g^{1/3}$) (133), e_3 (121), ($b^{1/7}$ $b^{1/5}$ $g^{1/3}$) (163).

S.-L. Penfield. — *On the chemical composition of aurichalcite.* (Id., p. 107.)

Les échantillons analysés proviennent des mines de Utah.

Digitized by Google

	I.	II.
CO^2	16,50	16,22
CuO	20,88	19,87
ZnO	52,18	54,01
H^2O	9,91	9,93
CaO	0,86	0,36
	100,33	100,39
Densité	3,52	3,63

L'auteur en conclut que la formule de l'aurichalcite est représentée par : $2RCO^3, 3R(OH)_2$. Cu : Zn = 2,5.

W.-H. Melville. — *Powellite—Calcium Molybdate : A new mineral Species*. (Id., p. 138.)

Ce nouveau minéral a été trouvé dans les mines de Seven Devils Idaho, associé au grenat brun noir et à la bornite argentifère.

L'analyse a donné :

MoO^3	58,58
WO^3	10,28
SiO^2	3,25
CaO	25,55
MgO	0,16
Fe^2O^3	1,65
Al^2O^3	trace
CuO	trace
S	indéterminé.
Total...	99,47

La substance est composée d'un mélange de $Ca\,MoO^4$ et de $Ca\,WO^4$.

Densité : 4,526.

Digitized by Google

Les cristaux se montrent sous la forme du prisme droit à base carrée.

Le rapport des axes est 1 : 1,5445.

Les faces observées sont *p* (001), $b^{1/2}$ (111), a^1 (101), *m* (110).

Minéral jaune, avec une teinte verte marquée. Éclat résineux.

H.-L. Wells. — *On the composition of Pollucite and its Occurence at Hebron. Maine.* (Id., p. 213.)

L'auteur discute les analyses de Plattner, de Pisani, de Rammelsberg qui ont analysé le pollux de l'île d'Elbe.

De ses analyses il conclut que la formule du minéral doit être la suivante :

$$9\ Si\ O^2,\ 2\ Al^2O^3,\ 2\ R'^2O,\ 1{,}5H^2O$$

ou

$$R'^6\ Al^4\ (SiO^2)^9$$

Le minéral est semblable à celui de l'île d'Elbe.

Les indices de réfraction déterminés par S.-L. Penfield sur un prisme de 43°41′ sont :

$n = 1{,}5215$ Li
$n = 1{,}5247$ Na
$n = 1{,}5273$ Tl.

Sa densité est de 2,975 à 2,985.

Il renferme de nombreuses inclusions.

W.-P. Headden et L.-V. Pirsson. — *On Black Rutile from the Blacks Hills.* (Id., p. 249.)

Les cristaux de rutile forment un agrégat habituellement

Digitized by Google

arrondi et sont toujours associés à la muscovite et au feldspath. Ils sont petits et possèdent l'éclat métallique.

Dureté : 6. Densité : 5,294.

L'analyse a donné :

TiO^2	= 90,78	90,80
FeO	= 8,10	7,92
SnO^2	= 1,32	1,38
MnO	= trace	trace

O.-C. Farrington. — *On crystallized azurite from Arizona.* (Id., p. 300.)

L'auteur a observé de nombreuses formes parmi lesquelles les suivantes sont nouvelles :

$d^{2/4}$ (223), $b^{7/8}$ $(\bar{4}47)$, $(b^1 b^{1/5} h^1)$ $(\bar{3}21)$, $(d^{11/3} d^{11/22} h^{1/3})$ (12.10.5).

Orville A. Derby. — *On the Occurrence of Xenotime as an Accessory Element in Rocks.* (Id., p. 308.)

L'auteur étudie le xénotime dans les roches granitiques du Brésil et constate son abondance dans beaucoup d'entre elles.

On the Magnetite Ore Districts of Jacupiranga and I panema. Sao Paolo-Brazil. (Id., p. 311.)

A.-B. Kountze. — *Analysis of Alaska Garnet.* (Id., p. 333.)

L'analyse de ce grenat a donné les résultats suivants :

	I.	II.	Moyenne.
SiO^2	39,31	39,27	39,29
Al^2O^3	21,73	21,67	21,70
Fe^2O^3	trace	trace	trace
FeO	30,67	30,97	30,82
MgO	5,22	5,30	5,26
CaO	1,95	2,04	1,99
MnO	1,57	1,46	1,51
Densité	4,095	4,091	

Digitized by Google

A. Genth. — *Contribution to Mineralogy, with cristallographic Notes by* S.-L. Penfield *and* L.-V. Pirsson. (Id., p. 394.)

Les auteurs décrivent : 1° 3 variétés d'axinite : *a*. — L'axinite de Franklin, avec des cristaux ayant les faces (100), (010), (110), $(1\bar{1}0)$, (111), $(1\bar{1}1)$, (201), (312), $(0\bar{2}1)$, $(\bar{1}\bar{1}2)$. La face (312) est nouvelle.

Cette axinite est associée à une variété de fowlérite, à la polyadelphite, à la biotite et à la baryte. Les cristaux ont 1 à 5^{mm} et sont d'un beau jaune de miel ou jaune verdâtre.

b. — L'axinite de Guadalcazar (Mexico) est associée au feldspath. Elle se trouve en petits cristaux dont le plus grand n'a pas plus de 5^{mm} de long. Les faces observées sur ces cristaux sont : (100), (010), (001), (110), $(1\bar{1}0)$, (201), $(1\bar{1}1)$, (111), $(\bar{1}11)$, $(1\bar{1}2)$, $(\bar{1}31)$, $(1\bar{3}1)$.

c. — L'axinite de Mc Kay's Brook se présente en petits cristaux tabulaires, de couleur brune, et qui n'ont pu être examinés.

Les auteurs donnent l'analyse des variétés d'axinite des deux premières localités. La première renferme 1,48 0/0 de zinc, tandis que la seconde en est dépourvue, et 1,03 0/0 de sesquioxyde de fer, la seconde en renfermant 5 0/0.

2° *Eudyalite de Magnet Cove*. — Cette substance a déjà été décrite par J.-F. Williams dans le numéro de décembre 1890 de l'*Am. Journ. of Science*. La combinaison de formes suivantes (0001), $(10\bar{1}1)$, $(01\bar{1}2)$, $(11\bar{2}0)$ a été observée.

3° *Sphène de Magnet Cove*. — Le sphène est un des minéraux rares de l'Arkansas. Il est associé à l'œgirine, à l'orthose ou au microcline, à l'éléolite, à une ou deux zéolithes, à l'eudyalite. Il est en petits cristaux de couleur jaune brun pâle ou bruns. Densité : 3,457.

Les cristaux sont simples et montrent les faces (110), (111).

Digitized by Google

Monticellite de Magnet Cove. — Les cristaux sont associés avec de petits cristaux de magnétite, d'apatite. Les formes observées sur deux cristaux sont : g^1 (010), g^3 (120), m (110), $e^{1/2}$ (021), a^1 (101), $b^{1/2}$ (111).

C.-F. de Landero. — *On Pink Grossularite from Mexico.* (Id., p. 321.)

L'auteur étudie le gisement de grenat de Xalastoc, district de Cuautla, état de Morelos (Mexique). Ce grenat est rose clair, en dodécaèdres.

L'analyse a donné :

SiO^2	40,64
Al^2O^3	21,48
Fe^2O^3	1,57
CaO	35,38
MgO	0,75
MnO,BaO	trace
Partie inattaquée	0,17
	99,98

F.-A. Genth. — *Contribution to Mineralogy.* (Id., p. 401).

1° *Aguilarite.* — Nouvelle espèce minérale cubique.

Les cristaux sont des dodécaèdres dont les arêtes sont seules bien développées. Beaucoup sont allongés suivant un axe, de façon à présenter un prisme à base carrée surmonté de deux pyramides.

D'autres sont allongés suivant l'axe de l'octaèdre et ont alors la forme d'un prisme hexagonal.

Le plus grand cristal observé a 10 mm. × 6. Pas de clivage. Dureté, 2,5. Densité, 7,586. Couleur du fer, avec un éclat brillant.

L'analyse a donné :

Digitized by Google

	1.	Calculé.
Ag	79,07	79,50
S	5,86	5,89
Se	14,82	14,61

La composition répond à la formule $Ag^2S + Ag^2 Se$.

L'auteur donne les résultats d'autres analyses. Ils ne diffèrent pas sensiblement du précédent.

Bismuthine sélénifère. — L'analyse a donné :

	1.	2.
Bi	76,94	78,14
S	14,15	13,96
Se	8,80	non dét.
	99,89	

La formule serait $4\,Bi^2S^3 + Bi^2Se^3$

Guanajuatite ou *Frenzelite.* — L'auteur donne l'analyse d'un échantillon venant d'une vieille collection d'Allemagne. Il trouve moins de soufre que Frenzel : 4,68 au lieu de 6,60.

W.-P. Headen. — *A new Phosphate from the Black Hills of South Dakota.* (Id., p. 415).

Ce minéral se montre en masses ayant la forme de rognons. Se trouve dans le granit. Amorphe. Densité, 3,401. Dureté, 5'5. Soluble dans les acides, fond facilement à la flamme d'une bougie et présente au chalumeau les réactions du manganèse, du fer, de la soude.

Sa composition répond à la formule

$$P^2 \dot{R}^5 O^{10}\ R = (Mn\ Ca\ Fe\ H^2\ Na^2)\tfrac{3}{4} + \tfrac{1}{4}\ Al$$

Headden propose de donner à ce minéral le nom de *Griphite.*

Digitized by Google

L'auteur décrit un autre phosphate voisin de la triphilite dont la formule est $4\,\dot{R}^{1}\,PO^{6} + 9\,\dot{R}'^{2}\,P^{2}\,O^{8}$.

W.-E. Hidden and Mackintosh.— *Supplementary Notice on the Polycrase of North and South Carolina*, (Id., p. 425).

Le gisement et la composition de ce minéral ont été donnés partiellement dans une note analysée par M. Lacroix.

Les faces observées qui n'avaient pas été décrites dans la précédente note sont *p* (001), a^{3} (103), b^{1} $b^{1/2}$ $g^{1/3}$ (233).

Les auteurs donnent une analyse du polycrase et adoptent la formule $3\,(Cb^{2}\,O^{5},\ 5\,Ti\,O^{2})\ 10\,(2\,RO + H^{2}O)$.

On n'aurait pas un mélange isomorphe de columbate et de niobate, mais un sel défini d'un acide complexe, un columbotitanate. R = Yt, Fe, Ur.

M. Rowland, en examinant au spectroscope le polycrase de la même localité, y a décelé la présence du scandium et d'autres minéraux rares.

Whitman Cross. — *On Alunite and Diaspore from the Rosita Hills, Colorado*, (Id., p. 466).

L'auteur étudie le gisement, la composition, les pseudomorphoses et l'origine de ces deux minéraux.

R.-N. Brackett et J. Francis. — *Newtonite and Rectorite Two new minerals of the Kaolinite Group*. (XLII, Id., p. 11.)

Le premier minéral a été découvert à Newton, état d'Arkansas. C'est une substance blanche, compacte, infusible au chalumeau ; légèrement attaquée par l'acide chlorhydrique bouillant et concentré. Avec l'acide sulfurique

Digitized by Google

bouillant et concentré, la décomposition est plus complète et il y a un dépôt de silice. Une dissolution concentrée de potasse bouillante donne naissance à un composé insoluble dans l'eau, mais facilement soluble dans l'acide chlorhydrique. La composition répond à la formule

$$Al^2 O^3 . 2 Si O^2 , 4 H^2 O + aq.$$

Observé à un faible grossissement, le minéral paraît amorphe, mais avec un grossissement de 4 ou 500 diamètres on voit des losanges qui, en lumière polarisée, s'éteignent parallèlement à leurs diagonales. Les axes de plus grande et de plus petite élasticité sont respectivement parallèles à la plus grande et à la plus petite diagonale du rhombe.

Rectorite. — Minéral trouvé à Blue Mountain, mines du district de Marble Township, contrée de Garland. Forme des dépôts près de la surface. A l'apparence de l'asbeste connue sous le nom de « carton de montagne » et en même temps celle du talc. Se rapproche beaucoup du précédent par ses propriétés.

La composition théorique répond à la formule

$$Al^2 O^3 2 Si O^2 H^2 O + aq$$

Le minéral est probablement monoclinique.

Paul Gaubert.

Digitized by Google

SOIXANTE-QUINZIÈME ANNIVERSAIRE

DE

M. DES CLOIZEAUX

Le 15 février 1894, les élèves, les confrères, les amis et les admirateurs de M. Des Cloizeaux se sont réunis, dans une salle de la nouvelle Sorbonne, pour lui offrir dans une cérémonie d'un caractère tout à fait intime, un médaillon reproduisant les traits de l'illustre maître.

M. Mallard, membre de l'Institut, prenant le premier la parole, prononce le discours suivant :

« Mon cher Maître,

» Je présidais notre Société, — et c'est ce qui me vaut aujourd'hui l'honneur de vous adresser la parole, — lorsque la proposition fut faite de vous offrir, au moment où nous avions le regret de vous voir quitter votre enseignement public, un souvenir et un témoignage de notre admiration. Cette proposition répondait si bien aux sentiments de tous qu'elle fut accueillie par acclamation.

Digitized by Google

» A notre appel, ont répondu avec empressement vos confrères de l'Académie et les savants de tous les pays où la minéralogie est cultivée. Il n'est pas en effet dans le monde un minéralogiste qui ne profite à chaque instant de vos travaux, dont vous n'ayez le droit de vous dire le maître et qui ne vous doive un large tribut de reconnaissance.

» Vous nous avez montré à tous une voie nouvelle, et dans laquelle vous y avez fait plus de chemin que personne

» A une époque où nul, si ce n'est peut-être Senarmont, trop tôt enlevé à la science, — dont vous me permettrez de rappeler ici le nom illustre, — ne soupçonnait la fécondité des observations optiques, vous avez su la distinguer clairement, et vous n'avez pas reculé devant la colossale entreprise de déterminer les propriétés optiques de tous les minéraux translucides. Cet immense travail, vous l'avez courageusement poursuivi seul, et vous avez su le mener à bonne fin. C'est toute une branche de la science minéralogique qui date de vous; elle vous doit ses instruments, ses procédés et ses principales données. La minéralogie renouvelée, s'est trouvée dès lors rattachée étroitement à la physique moléculaire, et associée à toutes les spéculations sur la constitution de la matière.

» Le labeur écrasant de vos mémorables recherches optiques n'a cependant pas suffi à votre activité scientifique. Vous avez trouvé le temps de compléter l'étude des espèces minéralogiques qui, malgré leur importance étaient restées imparfaitement connues, comme le quartz, le feldspath, le cinabre, le gypse etc.; vous nous avez enfin donné un livre vraiment unique, où se trouvent consignés avec les résultats de vos recherches, tous les faits antérieurement connus. Dans ce beau livre, modèle d'exactitude, non seulement vous avez donné l'exemple, rarement suivi, de recourir toujours aux sources originales, mais vous n'avez

Digitized by Google

pas reculé devant les plus longs et les plus fastidieux calculs pour contrôler, vérifier et souvent corriger les observations originales elles-mêmes. Aussi cet ouvrage, vrai monument minéralogique, est-il devenu le guide indispensable des savants du monde entier. Le dernier fascicule, retardé par votre souci de l'exactitude et le soin de vos recherches, vient de paraître; c'est un événement pour le monde minéralogique, nous sommes heureux de vous en féliciter.

» Mais ce que nous vous apportons aujourd'hui, mon cher maître, ce n'est pas seulement le témoignage de l'admiration et de la reconnaissance de tous ceux qui cultivent notre belle science, nous avons à cœur d'y joindre l'expression de la sincère et respectueuse affection qu'éprouvent pour vous, tous ceux qui ont le bonheur de vous connaître, tous ceux, et permettez-moi de me ranger parmi eux, qui ont reçu des marques de la sympathie avec laquelle vous savez encourager les efforts des nouveau-venus dans la science, qui ont pu apprécier votre loyauté scientifique et votre amour désintéressé de la vérité. »

M. Michel Lévy, Président de la *Société française de Minéralogie*, prononce ensuite les paroles suivantes :

« Mesdames,
» Messieurs et chers Collègues,

» C'est à titre de Président de la *Société française de Minéralogie* pour l'année 1894 que j'ai l'honneur de remettre à notre illustre maître, M. Des Cloizeaux, le beau médaillon que nous devons à M. Injalbert; il porte en exergue cette

Digitized by Google

inscription fort éloquente dans sa brièveté : *A Monsieur Des Cloizeaux, ses admirateurs et ses amis.*

» Ces quelques mots rappellent toute une vie noblement consacrée à la science, toute une série de découvertes originales, tout un trésor d'observations d'une précision incomparable et dans lequel minéralogistes, pétrographes et physiciens puiseront toujours leurs données les plus certaines.

» Hier encore, Monsieur et cher Maître, vous adressiez à la Société un important fascicule de votre *Manuel de Minéralogie,* dont le premier volume date de 1862. Quel chemin parcouru depuis cette époque déjà si lointaine et quelle somme vraiment extraordinaire d'observations, accumulées dans le livre dont le titre est trop modeste.

» Veuillez accepter avec bienveillance ce témoignage d'affection et d'admiration d'une Société dont vous avez été le plus ferme appui et qui est fière de vous compter parmi ses plus illustres fondateurs. »

M. Des Cloizeaux, répondant aux discours précédents, s'exprime comme il suit :

« Messieurs et chers Collègues,

» Comment vous exprimer des remerciements en rapport avec le très grand honneur que la *Société de Minéralogie* a tenu à faire à l'un de ses fondateurs et de ses anciens présidents ?

» Vous avez voulu consacrer par un superbe souvenir, dû à un sculpteur de grand talent, les cinquante années que j'ai entièrement vouées à notre science de prédilection.

Digitized by Google

» Pendant ces cinquante années de labeur incessant, j'avais déjà reçu bien des témoignages d'amitié de la part des savants de tous les pays où la minéralogie est en honneur; mais le vôtre, dont la spontanéité est venue me surprendre dans ma retraite, restera comme une preuve ineffaçable des bonnes relations qui n'ont cessé de régner entre nous.

» On vient de rappeler mes travaux avec une trop grande bienveillance, et si j'ai pu les poursuivre plus loin que je n'aurais osé l'espérer d'abord, c'est grâce aux heureuses améliorations apportées aux instruments qui mettent en jeu la lumière polarisée et dont une bonne partie est due à l'un de nos collègues.

» Lorsque, il y a une trentaine d'années, j'avais cherché les moyens de réagir contre l'idée des chimistes, alors dominante, que tous les minéraux de même formule chimique devaient être considérés comme appartenant à la même espèce, je ne pouvais m'appuyer que sur les résultats fournis par le microscope d'Amici, instrument alors nouveau, mais encore bien imparfait.

» A mesure que les procédés d'observation sont devenus plus délicats et plus précis, j'ai eu la joie de voir mes premières déterminations confirmées par de nombreux savants qui, suivant mon exemple, ont joint à leurs descriptions cristallographiques celle des propriétés optiques biréfringentes. Cet exemple est devenu maintenant une habitude générale.

» Le fait capital produit par l'introduction dans la science de procédés perfectionnés, a été de permettre à l'un de mes confrères de l'Institut de fournir l'explication de la plupart des anomalies optiques dont quelques-unes avaient été signalées, il y a longtemps, par Brewster, et qui ont donné lieu à des controverses nombreuses et souvent fort animées.

Digitized by Google

» J'ai aussi éprouvé la grande satisfaction de voir naître la pétrographie, nouvelle branche de la minéralogie, qui a pris de nos jours une énorme extension et dont le point de départ repose sur les caractères reconnus dans les minéraux cristallisés et étalés.

» Il ne me reste, en terminant, qu'à renouveler l'expression de ma vive gratitude à tous les amis qui ont bien voulu se souvenir de moi et à souhaiter à la *Société de Minéralogie* de voir publier sous ses auspices des travaux de plus en plus utiles à la science. »

Le Secrétaire, gérant,

PAUL GAUBERT.

Paris. — Imp. CHAIX (Succ. B), rue de la Ste-Chapelle, 5. — 577-94.

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1894. — BULLETIN N° 4.

Compte rendu de la séance du jeudi 12 avril 1894.

PRÉSIDENCE DE M. MICHEL LÉVY.

Il est procédé à l'élection d'un secrétaire pour la France en remplacement de M. Lavenir, démissionnaire. M. Gaubert est élu.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, M. le Président proclame membre de la Société :

M. Bel, ancien élève de l'École Polytechnique, ingénieur civil des Mines, 110, boulevard Malesherbes.

Il annonce ensuite une présentation.

M. le Président fait part à la Société de la mort de M. Georges Salet, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris, membre de la Société.

M. Ch. Frossard offre à la Société son mémoire sur l'or des Pyrénées.

M. Ch. FROSSARD présente un échantillon de topaze des Pyrénées qui sera décrit par M. A. Lacroix dans le prochain Bulletin.

Les anciens auteurs ne font pas mention de cette espèce,

Digitized by Google

qui se rencontre pour la première fois dans la chaîne pyrénéenne. Ce sont de petits cristaux de topaze incolore, implantés sur deux faces d'un cristal de fluorine provenant du Col d'Anéou, près du Pourtalet, entre Gabas et Sallent, sur la frontière des Basses-Pyrénées. Le cristal était englobé dans un amas de fluorine blanche qui fut exploitée il y a peu d'années, et dont quelques parties ont été assez pures pour être utilisées comme lentilles.

M. Frossard possède un autre échantillon de fluorine du même lieu, portant des cristaux de quartz hyalin.

M. Friedel a reconnu que l'apophyllite renferme de l'ammoniaque en quantités variables. Pour la plupart des échantillons examinés, l'ammoniaque peut être mise en évidence simplement par calcination de la substance dans un tube d'essai, à l'entrée duquel on place un papier de tournesol rouge (Andreasberg, Hartz, Bou Serdoun (Algérie), Nouvelle Écosse, Guanajuato (Mexique), Utö (Suède). Certains échantillons plus pauvres (Poonah) ne montrent ainsi qu'une très faible alcalinité; néanmoins, en les attaquant par un acide et en dégageant ensuite l'ammoniaque par la soude, on peut doser le corps. La quantité a varié pour les échantillons analysés de 0,065 0/0 (Poonah) à 0,5 0/0 (Guanajuato, Mexique).

Quant au fluor, comme l'a fait voir M. Gentil, celle de Bou Serdoun n'en renferme pas, ainsi que M. Friedel l'a constaté, l'hydracide pouvant remplacer l'acide fluorhydrique. Il n'a pas non plus trouvé sensiblement de fluor dans l'apophyllite d'Andreasberg, signalée comme en renfermant.

M. L. Gentil fait une communication sur la « *pflockstructur* » *de la mélilite*. Il donne de cette microstructure une explication différente de celle admise jusqu'ici. Tandis

Digitized by Google

qu'on admettait, avec M. Rosenbusch, que la structure de la mélilite était due à des inclusions vitreuses, M. L. Gentil croit pouvoir affirmer qu'elle est due principalement à des altérations du minéral, altérations qui se propagent dans une direction privilégiée, celle de l'axe quaternaire du minéral.

M. Michel Lévy fait la communication suivante :

Les indices de réfraction des feldspaths s'échelonnent régulièrement de l'orthose à l'albite, et de l'albite à l'anorthite; ils vont en croissant d'une façon continue et dans des limites assez étendues, comme on peut en juger par le tableau suivant :

	n_g	n_m	n_p	
Orthose (Saint-Gothard) . . .	1,526	1,524	1,519	Dx
Microcline (Narestö).	1,529	1,526	1,523	ML et Lx
Anorthose (Quatro-Ribeyras).	1,530	1,529	1,523	Fouqué
Albite (Naresto)	1,540	1,534	1,532	ML et Lx
Oligoclase (Bamle)	1,542	1,538	1,534	ML et Lx
— (Backersville) . .	1,547	1,543	1,539	Offret
Andésine (Roche-Sauve). . .	1,556	1,553	1,549	ML et Lx
Labrador (Labrador).	1,562	1,557	1,554	ML et Lx
Anorthite (Saint-Clément) . .	1,586	1,579(?)	1,574	ML et Lx
Quartz	1,553	. . . .	1,544	
Baume de Canada.	. . . .	1,549	. . . .	

Nous y avons joint les indices du quartz et du baume de Canada cuit, comme termes de comparaison.

Jusque dans ces derniers temps, on jugeait des indices moyens de deux minéraux juxtaposés en plaque mince, par le degré du relief que prenait leur surface, au contact

Digitized by Google

du baume, lorsqu'on abaissait autant que possible le condenseur pour se procurer de la lumière peu divergente. M. Thoulet avait même proposé l'emploi des liqueurs denses pour faire disparaître le relief, une fois la plaque décoiffée de son petit verre et débarrassée du baume; mais c'était là un procédé peu sensible et d'application pénible.

On doit à M. F. Becke[1] une méthode incomparablement plus précise et plus commode : elle s'appuie sur la direction que prend un pinceau de rayons réfléchis totalement au contact de deux corps de réfringence différente : si l'on suppose la surface de séparation à peu près perpendiculaire à la plaque mince, le pinceau de rayons plus abondants sortira du côté du corps le plus biréfringent en faisant un certain angle avec l'axe du microscope.

Lorsqu'on met la plaque rigoureusement au point, ce faisceau se réunit dans un plan que l'oculaire reporte à la distance de la vision distincte, et la séparation des deux minéraux se fait nettement en bonne lumière. Si l'on remonte légèrement l'objectif, le même pinceau de rayons lumineux se réunit en un foyer un peu plus bas que dans le cas précédent, et d'où il diverge du côté de l'image du minéral le plus biréfringent. Dès lors, en prenant les précautions convenables, on doit voir un liséré plus éclairé venir border la séparation du côté de ce minéral plus réfringent. Lorsqu'on abaisse l'objectif, l'effet inverse doit naturellement se produire et le pinceau éclairé vient border la séparation dans le minéral le moins réfringent.

Pour rendre le phénomène nettement sensible, il faut, pour ainsi dire, laisser subsister seulement le faisceau réfléchi totalement, et par conséquent se servir d'un éclairement assez faiblement divergent. On arrive commodément à ce résultat, soit en munissant le dessous du polariseur d'un petit diaphragme et en abaissant assez

(1) *Wien. Akad.*, juillet 1893, I.

Digitized by Google

loin sous la plaque ce nicol et son condenseur à boules, soit en plaçant le diaphragme sur le nicol et sous le condenseur à boules, lorsque ce dernier est distinct du polariseur; il faut d'ailleurs alors pouvoir descendre convenablement le nicol et son diaphragme.

M. Becke a fait une application intéressante de son nouveau procédé à la séparation des feldspaths acides, jusqu'au calcaire exclusivement, lorsque leurs plages touchent du quartz convenablement orienté.

Mais j'ai constaté que ce procédé est susceptible d'une généralisation très pratique par l'emploi de la liqueur de Daniel Klein plus ou moins étendue.

Cette liqueur n'attaque pas rapidement le baume, et sur les plaques convenablement décapées, elle montre au contact des minéraux à l'étude, des lisérés blancs parfaitement caractérisés.

Pour l'amener à la réfringence voulue, le procédé que j'emploie consiste à utiliser des plaques témoins de minéraux de réfringence connue. J'estime, avec M. Becke, que ce nouveau procédé permet d'apprécier la réfringence d'un minéral à un millième près.

M. Wyrouboff montre à la Société des cristaux de dextrotartrate et de lévotartrate neutres de rubidium qui possèdent la propriété, très rare jusqu'ici, d'être doués du pouvoir rotatoire, aussi bien en solution qu'en cristaux.

Il fait remarquer que l'étude des corps, doués de ce double pouvoir rotatoire, présente un intérêt théorique considérable, car elle permet de choisir entre les deux interprétations proposées pour le pouvoir rotatoire moléculaire. En effet, si la cause qui produit le pouvoir rotatoire cristallin et le pouvoir rotatoire moléculaire est la même, il faut que le rapport des valeurs qui expriment ces deux pouvoirs

Digitized by Google

soit une constante pour tous les corps. Si cela était, il est clair qu'on aurait pour l'interprétation chimique une condition limitative très précise : *les corps doués du double pouvoir rotatoire devraient toujours tourner le plan de polarisation dans le même sens.*

Malheureusement le tartrate neutre de rubidium est le seul corps dans lequel on puisse mesurer exactement le rapport entre les deux pouvoirs rotatoires; dans les trois autres corps, le sulfate de strychnine, le camphre du matico et le succinate d'apocinchonine que j'ai signalé récemment, cette mesure est absolument impossible, — dans le premier, puisque sa solution renferme deux hydrates différents pour lesquels la valeur de $[\alpha]$ est très différente, comme je l'ai montré, — dans le second, parce que les cristaux ne sont pas uniaxes, qu'ils sont toujours maclés et que les rayons qui en émergent sont elliptiques ou circulaires, — dans le troisième, enfin, parce qu'il se décompose partiellement dans une solution et que ses cristaux sont trop peu transparents.

En revanche, nous pouvons dire dès à présent qu'il n'est nullement nécessaire qu'un corps donné ait un pouvoir rotatoire de même sens dans ses cristaux et dans ses solutions. Le tartrate de rubidium en est un frappant exemple. La solution du dextrotartrate donne $[\alpha]_\delta = +20^\circ,1$. Ses cristaux donnent $\alpha_\gamma = -10^\circ,7$. La solution du lévotartrate donne $[\alpha]_\gamma = -20^\circ,2$; $\alpha_\delta = +10^\circ,5$. Les cristaux sont toujours anhydres, le pouvoir rotatoire moléculaire ne varie donc que comme la concentration, du moins dans les limites où j'ai opéré, de 5 °/₀ à 50 °/₀. D'autre part, les cristaux sont généralement très homogènes et ne donnent que rarement une légère dislocation de la croix noire. Les chiffres des deux pouvoirs rotatoires peuvent donc être comparés. Ils donnent $\frac{[\alpha]}{\alpha} = 19,1$, la densité étant 2,731.

Digitized by Google

Le Secrétaire donne lecture de la communication suivante :

Note rectificative sur la reproduction par voie humide des carbonates cristallisés.

Par M. Léon Bourgeois.

J'ai fait connaître, il y a quelques années.(1) deux méthodes permettant de préparer aisément par la voie humide, à l'état cristallisé, un certain nombre de carbonates insolubles dans l'eau, notamment plusieurs espèces naturelles, calcite, strontianite, withérite, cérusite, etc. L'une de ces méthodes consistait à chauffer vers 180° le carbonate amorphe avec une solution d'un sel ammoniacal, puis à laisser lentement refroidir, et à répéter plusieurs fois le même traitement; on trouvait alors que le carbonate, par suite de double décomposition suivie de réaction inverse, avait revêtu la forme cristalline. Dans le second procédé, on effectuait vers 130° la précipitation d'une solution d'un sel métallique par le carbonate d'ammonium ; dans ces conditions, il s'engendrait un carbonate cristallisé; la production du carbonate d'ammonium au sein du liquide était réalisée par l'hydratation de l'urée.

J'avais la conviction que ces procédés étaient mis en œuvre pour la première fois, n'ayant trouvé aucune indication d'expériences de ce genre dans les nombreux mémoires et traités que j'avais consultés. Aujourd'hui, il est de mon devoir d'informer la Société de l'erreur involontaire (et qu'elle jugera sans doute bien excusable) commise à ce sujet. Il résulte, en effet, de ce qui va suivre, que c'est à Bunsen qu'il y a lieu de rapporter le mérite de l'invention. Mais comme ce savant n'applique ces méthodes que tout à fait incidemment, à propos de recherches

(1) *C. R.*, 1886, t. CIII, p. 1088. — *Bull. Soc. Chim.*, 2e s., t. XLVII, p. 81.

Digitized by Google

d'un autre ordre et sans se préoccuper beaucoup de l'étude des produits obtenus, ni du champ plus ou moins vaste d'application des procédés, ces dernières parties du travail restent du moins à notre actif.

Le hasard m'avait fourni tout récemment l'occasion de lire un mémoire de Bunsen sur la géologie de l'Islande, intitulé : *Bemerkungen zu einigen Einwürfen gegen mehrere Ansichten über die chemisch-geologischen Erscheinungen in Island* (1). L'auteur, discutant certaines conclusions de Sartorius von Waltershausen, est amené à étudier et définir le rôle qu'a pu jouer la pression dans les phénomènes de voie aqueuse tels que la production de la palagonite et des zéolites.

Appelant l'expérience à son aide, il décrit un petit appareil permettant de faire naître aisément dans un tube capillaire des pressions allant jusqu'à 100 et même 150 atmosphères : dans ce piézomètre il dispose des solutions et réactifs divers et, à la suite d'un certain nombre d'essais, il arrive à cette conclusion que la pression seule n'influe pas d'une manière sensible sur la solubilité des corps, non plus que sur le sens des réactions chimiques (2).

(1) *Lieb. Ann. Chem.*, 1847, t. LXV, p. 71. — C'est dans ce Mémoire que se trouve rapportée (p. 80) l'indication d'une expérience de Wöhler : ce chimiste, en chauffant en tube scellé à 180°-190° de l'apophyllite avec de l'eau pure, aurait vu le minéral se dissoudre, puis recristalliser par refroidissement. Cette observation n'est relatée dans aucun Mémoire original de Wöhler ; elle n'a pas, du reste, en général été confirmée par ceux qui ont, depuis, répété cet essai, sauf cependant par M. Doelter (*N. J. f. Min.*, 1890, t. I, p. 118. — *Bull. Soc. Min.*, t. XVI, p. 320), qui, ayant fait à nouveau l'expérience de Wöhler en prolongeant sa durée pendant trois ou quatre semaines et faisant osciller la température entre 150 et 200°, a vu se régénérer des cristaux d'apophyllite avec les faces h^1 $b^{1/2}$.

(2) Il est bien évident que cette influence ne saurait être absolument nulle ; ceci résulte des considérations tirées de la thermodynamique, ou bien encore de l'analogie avec les phénomènes de fusion pour lesquels Bunsen lui-même, à l'aide d'un appareil semblable, a montré dans un travail classique l'influence

Digitized by Google

Parmi les expériences faites dans cette voie, Bunsen rapporte la suivante : *les carbonates de baryum, de strontium, etc., se dissolvent à 200° dans une solution de sel ammoniac et, par refroidissement lent, cristallisent de cette liqueur* en aiguilles qui atteignent parfois un millimètre. La pression était alors de 15 atmosphères; mais la cristallisation est due aux variations thermiques exclusivement. Le même mélange, à la température ordinaire, exposé à des pressions allant jusqu'à 30 atmosphères, n'a fourni aucune cristallisation.

Il dit ensuite qu'*une solution de chlorure de baryum, additionnée d'urée, étant chauffée en tube clos à 135°* (la pression exercée par la vapeur d'eau est alors de 3 atmosphères) *dépose aussitôt du carbonate de baryum*, en même temps qu'il s'engendre du sel ammoniac; à froid, au contraire, même si l'on exerce de l'extérieur des pressions variant de 0,5 à 30 atmosphères, aucune réaction n'a lieu et la liqueur reste limpide. Bunsen ne dit pas si le carbonate de baryum précipité à chaud était microcristallin.

Tels sont les faits que je n'ai pas cru pouvoir me dispenser de présenter à la Société.

M. Gentil présente les notes suivantes :

Sur l'existence de la Hornblende dans les tufs volcaniques du Monte Vulture (Basilicate).

Par L. Gentil.

La *Hornblende* a été pour ainsi dire jusqu'ici méconnue au Monte Vulture.

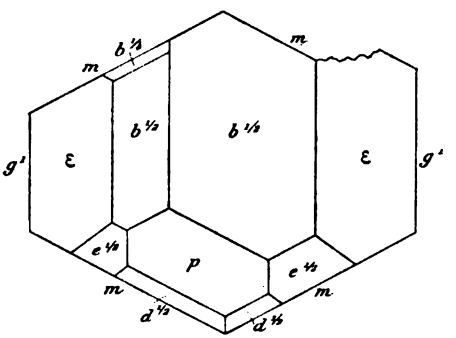
bien nette exercée par les fortes pressions sur le point de fusion des substances. Il faut seulement entendre que les solubilités ou réactions chimiques sont beaucoup plus affectées par les variations de température que par celles de pression.

Digitized by Google

Vom Rath (1) a simplement signalé un cristal de hornblende avec belles faces qui aurait été trouvé dans une druse d'un agrégat du même minéral.

Dans le mémoire plus récent que M. Deecke (2) a consacré à l'étude minéralogique et stratigraphique du Monte Vulture, ce savant a passé sous silence ce minéral.

J'ai eu l'occasion, l'été dernier, de faire une visite à cette intéressante région volcanique. J'y ai recueilli des bombes riches en hornblende que M. Lacroix a examinées et signalées dans son mémoire sur les enclaves des roches



volcaniques (3). J'ai trouvé en outre dans les tufs, bien qu'en assez petit nombre, des cristaux complètement dégagés de hornblende, la plupart brisés, en fragments de 1 à 2 centimètres, possédant les clivages caractéristiques *m* (110). Parmi ces cristaux, un seul, long de 2cm,5 sur 18 millimètres de large, est fort bien conservé, avec faces

(1) *Sitzungsber. d. Niederrhein. Gesellsch. Bonn.* 7 nov. 1881.
(2) *N. Jahrb.* 1891.
(3) *Les enclaves des roches volcaniques.* Mâcon, p. 544. 1893.

Digitized by Google

cristallines assez nombreuses et suffisamment nettes pour permettre des mesures goniométriques.

J'ai ainsi observé les faces m (110), g^1 (010), p (001), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ $(\bar{1}11)$, $e^{1/2}$ (021), $\varepsilon = (b^{1/2}\, d^{1/4}\, g^1)$ $(\bar{1}31)$ et $b^{1/4}$ $(\bar{2}21)$.

Ce cristal m'a donné les mesures suivantes :

	Angles calculés (Dx).	Angles observés.
mm	124°11′	124°9′
mg^1	117°54′	117°54′
$pe^{1/2}$	150°26′	150°23′
$e^{1/2}g^1$	119°34′	119°39′
pg^1	90°	89°56′
$pd^{1/2}$	152°36′	152°20′
pm ant.	103°12′	102°59′
$pb^{1/2}$ adj.	145°35′	145°45′
$mb^{1/2}$ sur p	68°47′	68°44′
$pb^{1/4}$ adj.	121°30′	121°39′
$g^1\varepsilon$	130°16′	130°25′
$g^1b^{1/2}$	105°46′	105°45′
$\varepsilon\varepsilon$ sur a^1	99°29′	99°21′
$b^{1/2}b^{1/2}$ sur a^1	148°28′	148°24′

On peut remarquer que ce cristal présente toutes les faces connues de la hornblende des basaltes (la face p (001), très peu nette, m'a donné de mauvaises images).

La figure ci-contre (projection orthogonale sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical, trois fois grandeur naturelle) montre le développement relatif des faces. L'une des faces $b^{1/4}$ $(\bar{2}21)$ manque, le cristal étant incomplet.

La hornblende du Monte Vulture présente dans g^1 (010) un polychroïsme bien marqué :

Brun verdâtre suivant n_g.
Brun clair — n_p.

Dans cette face, n_g fait un angle de 17° avec l'axe de la

Digitized by Google

zone verticale. Cet angle est très élevé pour de la hornblende basaltique.

La densité a été trouvée de 3,191.

La hornblende des tufs volcaniques du Monte Vulture renferme de nombreuses inclusions d'*apatite* en baguettes atteignant plusieurs millimètres de longueur sur $0^{mm},05$ d'épaisseur. Ce dernier minéral est facilement reconnaissable dans les coupes minces, tant par ses propriétés optiques que par la réaction microchimique extrêmement nette du molybdate d'ammoniaque en solution azotique.

La hornblende semble répandue un peu partout dans les tufs du Monte Vulture. J'ai trouvé le beau cristal décrit ci-dessus dans les tufs du Pizzuto S. Agata avec d'autres cristaux brisés. J'ai rencontré également des fragments du minéral dans les tufs et les sables volcaniques de Melfi (Cappucito). A l'état d'agrégats, la hornblende se rencontre dans toute la région et particulièrement sur le chemin de Rionero au Pizzuto di Melfi et au-dessus de la gare de Monteverde.

Il est remarquable que ce minéral, qui est relativement fréquent dans les tufs, ne se rencontre jamais dans les laves de l'ancien volcan : en effet, il n'y a jamais été signalé et je ne l'ai pas trouvé dans les nombreuses plaques de laves que j'ai examinées jusqu'ici. Ce fait peut s'expliquer par la cristallisation très ancienne de ce minéral dans le magma igné et sa résorption complète au cours de l'éruption. Seuls ont été conservés, les cristaux ou agrégats de cristaux arrachés en profondeur au magma fluide et projetés au dehors par les explosions volcaniques.

Digitized by Google

Sur un gisement de datolite en Algérie.

Par L. Gentil.

La présente note doit servir de complément à celle qui a récemment paru dans le *Bulletin* de la Société, sur un gisement d'*apophyllite* des environs de Collo [1].

Grâce à l'extrême obligeance de M. Susini, secrétaire de la commune mixte de Cheraia, j'ai reçu quelques nouveaux échantillons minéralogiques de ce gisement. M. A. Lacroix a attiré mon attention sur l'un d'eux, qu'il m'a été facile, après quelques essais, de reconnaître pour de la *datolite*.

Ce minéral se présente en petits cristaux de 1 à 2 millimètres, très serrés, et tapissant une druse de 5 centimètres dans l'andésite quartzifiée du col de Bou Serdoun. Il présente un éclat vitreux, est incolore avec légère teinte verte, sa poussière est blanche. Il est extrêmement fragile.

Il fait gelée avec l'acide chlorhydrique; dans le tube fermé, il dégage de l'eau. Il donne dans la perle au sel de phosphore un squelette de silice. Au chalumeau, il bouillonne et fond en un verre blanc en colorant visiblement la flamme en vert. La réaction du bore est beaucoup plus nette en enflammant de l'alcool ajouté à la solution chlorhydrique du minéral évaporé à siccité; cet alcool brûle avec une magnifique flamme verte.

La datolite de Bou Serdoun se présente en cristaux relativement simples, peu riches en faces.

J'ai observé les formes suivantes :

$$h^1\,(100),\quad h^3\,(210),\quad p\,(001),\quad e^1\,(011),\quad \gamma = (d^{1/2}\,d^{1/6}\,h^1),$$
$$\varepsilon = (b^1\,b^{1/3}\,h^1)\,(\bar{2}11).$$

Ces cristaux se prêtent très mal aux mesures géométriques, non seulement parce qu'ils sont très serrés, super-

(1) L. Gentil. — Sur un gisement d'apophyllite des environs de Collo (Algérie). *B. S. F. M.*, mars 1894.

Digitized by Google

posés, mais parce que leurs faces sont toujours striées, ondulées, parfois peu réfléchissantes. La détermination de ces faces résulte des mesures suivantes :

	Angles calculés (Dx).	Angles observés.
h^1 h^3	147°41′	147°34′
ph^1 ant.	90°6′	90°12′
$p\gamma$	112°51′	112°50′
ph^3 ant.	90°5′	90°11′
h^3 γ	157°14′	157°05′
εh^3 adj.	139°56′	139°49′
γh^1 ant.	141°12′	141°18′
e^1 h^1 ant.	90°4′	90°10′
$\gamma\gamma$ sur $0^{1/4}$	120°58′	120°50′
$\varepsilon\varepsilon$ sur $a^{1/2}$	131°38′	131°41′

La densité du minéral est de 2,995

Des plaques minces taillées dans la druse à datolite et la roche ambiante permettent d'observer des houppes de *delessite* englobées dans le minéral ; elles permettent en outre de contrôler la détermination de la datolite par ses propriétés optiques. On peut s'assurer, en effet, que le minéral est incolore en lames minces, d'une assez forte réfringence. En lumière polarisée parallèle, il montre de vives teintes témoignant d'une biréfringence assez élevée (environ 0,040). En lumière convergente, on peut observer deux axes optiques assez écartés avec signe optique négatif.

Le minéral est disséminé dans l'andésite quartzifiée qui sert de gangue aux minéraux du gisement. Il s'y présente en grains irréguliers que j'avais, au premier abord, attribués à une zéolite, que je n'avais d'ailleurs pu déterminer.

Je signalerai encore dans le même gisement de Bou Serdoun une *chlorite* assez remarquable par sa couleur

Digitized by Google

blanc d'argent. Cette chlorite doit être considérée comme une variété de *pennine*. Elle peut être rapprochée de la *leuchtenbergite* ou de la *chlorite blanche* de Mauléon.

Ce minéral forme des lamelles agrégées en deux sphérolithes de 1 centimètre de diamètre, accolés l'un à l'autre dans une petite druse tapissée sur le reste de ses parois, par de la *delessite*. Les lamelles de chlorite blanche sont nacrées, onctueuses au toucher, très serrées les unes contre les autres et plissées, contournées par suite même de cette pression réciproque.

Ces lamelles, examinées au microscope en lumière polarisée parallèle, présentent un allongement positif et une extinction parallèle à cet allongement; vues sur la tranche, elles offrent une biréfringence faible. En lumière convergente, elles montrent la croix noire avec très légère dislocation (2 E de quelques degrés) avec bissectrice aiguë *négative*. Le minéral diffère par ce dernier caractère seulement (signe optique négatif) des variétés de chlorite blanche connues qui ont un signe optique *positif*.

Au point de vue chimique, la chlorite blanche de Bou Serdoun doit être rapprochée de celle de Mauléon. Il semble, en effet, qu'elle ne renferme pas trace de fer autant que j'ai pu en juger par la perle au borax qui ne présente pas la moindre teinte vert-bouteille, même étant saturée de substance.

Enfin, j'ai trouvé quelques petits cristaux d'*analcime* dans une druse de l'andésite quartzifiée du gisement d'apophyllite des environs de Collo. Ce minéral se présente sous forme de trapèzoèdres a^2 (211) ne dépassant pas 1/2 millimètre.

Digitized by Google

Relation entre les poids atomiques ou moléculaires des corps simples et composés solides et leurs densités.

Par F. Pisani.

En cherchant quelle relation pouvait exister entre la composition chimique de différents minéraux et leur densité, j'ai trouvé que si l'on divisait leur poids en équivalents par la densité, on obtenait des nombres qui, comparés entre eux, présentaient souvent la plus grande analogie pour certaines séries chimiques. Ainsi, pour les sulfates de baryte, strontiane, chaux et plomb, je trouvais à peu près le même quotient; pour les carbonates des mêmes bases je trouvais un autre quotient assez constant; de même pour certains azotates, etc. En comparant ces nombres avec *les chaleurs spécifiques moléculaires* de ces mêmes corps, j'ai reconnu aussitôt qu'il y avait accord la plupart du temps, ce quotient étant presque identique ou bien, quelquefois, un multiple très simple. C'est ainsi que j'ai pu me convaincre de ce fait, qu'on peut formuler ainsi :

Le rapport des poids moléculaires de plusieurs composés minéraux au double de leur densité, est égal à la chaleur spécifique moléculaire de ces mêmes corps; ou, en d'autres termes, que l'unité divisée par le double de la densité, donne la chaleur spécifique correspondante.

Il en résulte que cette chaleur spécifique moléculaire étant donnée par l'expérience, on peut calculer *approximativement* la densité, comme aussi on la calcule en divisant l'unité par le double de la chaleur spécifique correspondante.

J'ai dit qu'on ne calculait qu'*approximativement* la densité, parce que tout le monde sait combien cette dernière est variable suivant le plus ou moins de pureté d'un minéral, et que, pour certaines substances chimiques obtenues

Digitized by Google

artificiellement, elle varie aussi suivant l'état d'agrégation et le plus ou moins de calcination que peut avoir subi la matière. On est donc souvent embarrassé dans le choix des nombres donnés par divers auteurs pour la densité, et il faut nécessairement ne prendre que les chiffres correspondant à un état de pureté assez grande et non se contenter des moyennes.

D'un autre côté, les chaleurs spécifiques moléculaires dont je me suis servi pour ces comparaisons ne sont pas elles-mêmes toujours constantes, et l'on ne sait souvent s'il faut prendre la moyenne ou un des nombres extrêmes, ce qui change assez les résultats, non seulement de la seconde mais quelquefois de la première décimale.

Dans les exemples de densités que je donne, j'ai pris la moyenne des chaleurs moléculaires toutes les fois qu'on a donné deux nombres. Pour la plupart de ces calculs je me suis servi des équivalents, afin d'avoir à diviser par la densité et non par le double de la densité.

Voici quelques exemples pris dans diverses séries :

SILICATES

			Chaleur spécifique moléculaire.		Densité.
Quartz. . . .	$\frac{30}{2,65}$ =	11,3	(11,2 — 11,5)	moy.	2,64
Wollastonite.	$\frac{58}{2,9}$ =	19,9	(20,7)		2,8
Diopside. . .	$\frac{108}{3,27}$ =	33	(40,2 — 41,4)		
Orthose . . .	$\frac{278,5}{2,57}$ =	108	(105,9 — 106,4)	moy.	2,62
Albite	$\frac{262,5}{2,64}$ =	99	(99,7 — 102,9)	moy.	2,60
Dioptase. . .	$\frac{78,7}{3,35}$ =	23,6	(22,8)		3,45

Digitized by Google

Ces silicates sont les seuls sur lesquels j'ai pu avoir les données des chaleurs spécifiques. Mes nombres correspondent à des minéraux supposés théoriquement purs. On remarquera qu'il y a un écart assez grand pour le diopside, mais il faudrait aussi savoir quelle est la localité de l'échantillon qui a servi à la recherche de la chaleur spécifique, la quantité de magnésie étant variable dans l'espèce et pouvant être remplacée par un peu d'oxyde ferreux. La densité que je donne est celle du diopside d'Ala.

AZOTATES, CHLORATES, PERCHLORATES, PERMANGANATES

			Chaleur spécifique moléculaire.	Densité.
Azotate de potasse.	$\frac{101}{2,09} = 47,9$	$\frac{47,9}{2} = 23,9$	(22,9 — 24,5) moy.	2,10
Azotate de soude. .	$\frac{85}{2,24} = 37,9$	$\frac{37,9}{2} = 18,9$	(23)	
Azotate d'argent. .	$\frac{170}{4,34} = 39,1$	$\frac{39,1}{2} = 19,5$	(24,4)	
Azotate de plomb .	$\frac{165,5}{4,41} = 37,4$		(36,4)	4,52
Azotate de baryte .	$\frac{130,5}{3,23} = 40,3$		(39,8)	3,26
Azotate de strontiane	$\frac{105,7}{2,93} = 36$		(38,2)	2,76
Chlorate de potasse	$\frac{122,5}{2,31} = 53$	$\frac{53}{2} = 26,5$	(23,8—25,7) moy.	2,47
Perchlorate de potasse . . .	$\frac{138,5}{2,52} = 54,9$	$\frac{54,9}{2} = 27,4$	(26,3)	2,63
Permanganate de potasse . .	$\frac{158}{2,71} = 58,3$	$\frac{58,3}{2} = 29,1$	(28,3)	2,78

Les azotates de potasse, de soude et d'argent, ainsi que le chlorate, le perchlorate et le permanganate de potasse,

Digitized by Google

donnent des quotients à peu près doubles, ce qui doit être, puisque dans la théorie atomique on prend pour ces corps la moitié de la formule. D'ailleurs, comme dans ce cas l'équivalent se confond avec le poids moléculaire, il aurait fallu diviser par le double de la densité.

ARSENIATES

$$\frac{KO, 2HO, AsO^5}{d} = 63,5 \quad \frac{63,5}{2} = 31,7 \qquad (31,5)$$

SULFATES

		Chaleur spécifique moléculaire.	Densité.
Barytine.	$\frac{116,5}{4,48} = 26$	(25,2 — 26,2)	moy. 4,53
Célestine	$\frac{91,7}{3,8} = 24,2$	(24,8 — 26,2)	moy. 3,59
Anhydrite.	$\frac{68}{2,9} = 23,4$	(24,2)	2,82
Thenardite	$\frac{71}{2,65} = 26,8$	(32,4)	
Anglésite	$\frac{151,5}{6,3} = 24$	(25 — 26)	moy. 5,85
Sulfate de potasse.	$\frac{87}{2,65} = 32,8$	(33 — 34)	moy. 2,59

CHROMATES, MOLYBDATES

		Chaleur spécifique moléculaire.	Densité.
Chromate de potasse .	$\frac{97,1}{2,72} = 35,7$	(36,4)	2,67
Bichromate de potasse	$\frac{147,2}{2,7} = 54,5$	(55,2)	2,66
Crocoïse (Chromate de plomb) .	$\frac{161,6}{5,9} = 27,4$	(29)	5,55
Molybdate de plomb .	$\frac{183,5}{6,35} = 28,6$	(30,4)	6,02

Digitized by Google

TUNGSTATES

		Chaleur spécifique moléculaire.
Wolfram	$\frac{W^3O^{20}Fe^2Mn^3}{2d} = 101$	(141 — 148)

Le quotient trouvé ainsi correspond à environ 2/3 de la chaleur moléculaire donnée pour le minéral ayant cette composition.

SULFATES HYDRATÉS

Jusqu'ici nous n'avons examiné que des sels anhydres; la présence de l'eau de cristallisation change tout à fait les résultats quant au rapport entre l'équivalent et la densité. Pour les sulfates suivants, dont on a donné la chaleur moléculaire, les nombres obtenus sont très sensiblement les 3/4 de cette chaleur.

Exemples :

		Chaleur spécifique moléculaire.
	$\frac{MgO, SO^3 + 7aq}{d} = 73$	(89 — 100)
	$\frac{FeO, SO^3 + 7aq}{d} = 73,6$	(96 — 99)
	$\frac{ZnO, SO^3 + 7aq}{d} = 71,3$	(94,2 — 99,6)
	$\frac{CuO, SO^3 + 5aq}{d} = 55$	(71 — 78,8)
	$\frac{NiO, SO^3 + 6aq}{d} = 66,5$	(82,2)
	$\frac{\text{Alun potassique}}{d} = 275$	(352)
	$\frac{\text{Alun de chrome}}{d} = 271$	(323,6)
	$\frac{CaO, SO^3 + 2aq}{d} = 37,5$	(44,6 — 46,8)

Digitized by Google

BORATES, PHOSPHATES

$$\frac{\text{Borax}}{d} = 112 \qquad (146,8)$$

$$\frac{2NaO, HO, PhO^5 + 10aq}{d} = 116 \qquad (146,1)$$

$$\frac{(AgO)^3PhO^5}{2d} = 28,6 \qquad (37,5)$$

Les trois sels précédents donnent également les 3/4 de la chaleur moléculaire.

Le sulfate de soude à 10aq, le sulfate de manganèse à 7aq dont j'ai calculé la chaleur moléculaire théorique, m'ont donné au moyen de la densité un nombre voisin de 3/4 comme pour les autres sulfates ci-dessus.

CARBONATES

			Chaleur spécifique moléculaire.	Densité.
Witherite	$\frac{98,5}{4,3}$	= 22,8	(21)	
Strontianite	$\frac{73,7}{3,61}$	= 20,4	(21,4)	
Calcaire	$\frac{50}{2,7}$	= 18,5	(20,8)	
Dolomie	$\frac{92}{2,8}$	= 32,8	(38 — 40)	
Sidérose	$\frac{58}{3,8}$	= 15,2	(21 — 22)	
Céruse	$\frac{133,5}{6,5}$	= 20,6	(21 — 21,6)	moy. 6,25
Carbonate de potasse	$\frac{69}{2,29}$	= 30,1	(28,4 — 29,8)	moy. 2,38
Carbonate de soude	$\frac{53}{2,47}$	= 21,4	(26 — 28,8)	

Il est à remarquer que parmi les azotates, sulfates et

Digitized by Google

carbonates, les sels de soude donnent toujours un quotient par trop faible, tandis que les sels de potasse donnent toujours des nombres rationnels.

Le carbonate de fer donne aussi un nombre trop faible (les 2/3 environ).

CHLORURES, BROMURES, IODURES

Pour ces sels on constate qu'en divisant le poids moléculaire par le double de la densité, on obtient trois séries de quotients; les uns correspondent à la chaleur spécifique moléculaire :

NaCl, LiCl, AgCl, AgBr;

d'autres, dont les 2/3 représentent la chaleur moléculaire :

KCl, CaCl, BaCl, SrCl, ZnCl, Cu^2Cl, HgCl, PbCl, KBr, NaBr? PbBr, AgI, PbI.

d'autres enfin, dont la *moitié* représente la chaleur moléculaire :

KI, PbI, HgI.

Il n'y a que Hg^2Cl et Hg^2I qui s'écartent de ces nombres; le premier donnant 3 fois et le second 4 fois la chaleur moléculaire.

Ces divers résultats tiennent sans doute à la perturbation qu'éprouve la densité de ces corps, à cause de la condensation variable de ces trois métalloïdes en combinaison avec les métaux; le volume moléculaire éprouve des variations et devient un multiple assez simple de la chaleur spécifique moléculaire, au lieu de lui être égal. Par exemple, le biiodure de mercure qui devrait avoir une densité moindre que celle du protoiodure en possède une qui lui est supérieure.

Digitized by Google

OXYDES ET ACIDES MÉTALLIQUES

Parmi ces corps, il y a une série qui satisfait à la loi ; ce sont : PbO, HgO, BiO^3, SbO^3, AsO^3, WO^3, MoO^3, la *glace* ; (s'en rapproche assez (Pb^3O^4).

Les autres donnent un quotient égal aux 2/3 de la chaleur spécifique moléculaire : MnO, MnO^2, ZnO, Cu^2O, Al^2O^3, Fe^2O^1, Fe^3O^4, TiO^2, SnO^2.

Les suivants donnent sensiblement la moitié : Cr^2O^3, NiO, MgO (1),

SULFURES, ARSÉNIURES

Les sulfures qui donnent un quotient correspondant à la chaleur moléculaire sont les suivants : ZnS, HgS, AgS, SnS, SnS^2, MoS^2 — ainsi que la chalcopyrite $CuFeS^2$.

Les suivants donnent des nombres égaux aux 2/3 environ de la chaleur specifique moléculaire FeS^2, NiS, Cu^2S — CoAs.

Les sulfures PbS, BiS^3, SbS^3, AsS^2, AsS^3 donnent des quotients supérieurs aux nombres trouvés expérimentalement, mais constamment *proportionnels* à ces nombres.

Le mispickel Fe^2AsS^2, ainsi que la cobaltine Co^2AsS^2, donnent des quotients dont les 2/3 sont égaux à la chaleur moléculaire.

CORPS SIMPLES

Nous avons vu qu'on obtenait, pour les sels oxygénés, la chaleur spécifique moléculaire (ou un multiple très simple) au moyen de la formule $\frac{M}{2d} = MC$, d'où l'on tire $C = \frac{1}{2d}$. Cependant, comme en employant cette formule pour les corps simples on obtient tantôt la vraie

(1) La chaleur spécifique moléculaire de la magnésie n'est, d'après Regnault, que de 9,76, au lieu de la moyenne 11 des protoxydes.

Digitized by Google

chaleur spécifique, tantôt la moitié de sa valeur, et d'autres fois des nombres qui en sont des multiples, j'ai préféré prendre $C = \frac{1}{d}$ pour ces diverses comparaisons. Voici d'ailleurs les valeurs qu'on obtient ainsi :

On trouve le *double* des chaleurs spécifiques pour les corps suivants : Al, Ag, As, Cd, C (diamant), In, Sn, Li, Mg, Mo, Hg, Si.

La valeur même de la chaleur spécifique pour :

Bo, C (graphite), Co, Cu, Fe, Mn, Ni.

Les 3/2 de la chaleur spécifique pour :

Ir, Au, Os, Pd, Pt, Rh, Ru, W, Zn.

3 fois la chaleur spécifique pour :

Sb, Bi, S, Se, Te, Ph, Pb, Ca, Na, Tl, — Br (liquide).

Pour les suivants, 4 fois la chaleur spécifique :

Br (solide), Io — Zr.

Le potassium, qui donne pour la chal. spéc. le quotient le plus élevé après le sodium, est le seul qui ne conduit pas à un rapport assez simple (1/7 environ) (1).

On remarquera que tous les corps de la famille du *platine* donnent le même quotient 2/3 de la chaleur spécifique; que la plupart des métalloïdes solides donnent 1/3 de la chaleur spécifique.

Le *carbone* (graphite) donne un quotient = 0,465 comme le carbone à 885° dont la chaleur spécifique = 0,459.

Le *diamant* donne 0,142 au lieu de 0,1468.

Le *silicium* donne 0,209 au lieu de 0,203 à 232°.

Pour le *bore*, on trouve 0,385 au lieu de 0,366 à 233°, valeur trouvée en dernier lieu. On sait que pour ce corps,

(1) Malgré la garantie que présente la densité de Ag et Cu Mg, j'ai obtenu une différence assez notable avec les chiffres donnés, et précisément ces trois corps ne donnent que 6 environ pour la chaleur spécifique atomique.

Digitized by Google

la chaleur spécifique augmente avec la température, comme pour le carbone et le silicium.

J'ai calculé la moyenne des chaleurs spécifiques atomiques de tous les métaux dont j'ai obtenu C au moyen de la densité, et je trouve le nombre 6,39 au lieu de 6,4.

En résumé, si ce moyen de calculer la chaleur spécifique ne donne pas toujours des résultats aussi précis que la mesure directe ordinaire, néanmoins elle présente un certain intérêt et montre bien qu'il existe une relation constante entre la densité et la chaleur spécifique des corps, et qu'en divisant l'unité par *d*, *d* 1/2, 2*d* ou 3*d*, on est sûr d'avoir très approximativement C pour la plupart des corps simples et composés. J'ai indiqué aussi au commencement de cette notice comment on calculait approximativement la densité, étant donné expérimentalement la chaleur spécifique, mais on voit combien il est difficile d'avoir des chiffres exacts, en présence de l'incertitude qui existe sur certains nombres, et qu'une petite différence influe beaucoup sur les résultats. Ainsi, pour plusieurs des sels pour lesquels on donne deux chaleurs moléculaires, on obtient souvent un résultat bien plus près de la vérité, en prenant un des chiffres plutôt que la moyenne, car il n'existe pas plus de différence entre mon quotient et la moyenne de ces nombres qu'entre ces deux nombres eux-mêmes.

Il est très curieux de remarquer que les sels oxygénés sont ceux pour lesquels la relation que j'ai indiquée se vérifie avec le plus de simplicité, tandis qu'avec un nombre moindre d'éléments, dans les oxydes, sulfures, chlorures, et enfin dans les corps simples, la même relation n'existe souvent qu'avec des multiples de la densité.

Digitized by Google

Comptes rendus des publications étrangères.

L.-G. Eakins. — *New Analyses of Astrophyllite and Tscheffkinite.* (Amer. J. of Science, 3e série, t. XLII, 1891, p. 34.)

Les échantillons d'astrophyllite analysés proviennent de Pike's Peak (Colorado).

L'analyse du premier minéral conduit à la formule

$$Si^4\ O^{16,3},\ Ti^{1,04}\ R''^{2,65}\ \underbrace{R'^{1,6},\ H^{2,1}}_{4,7}$$

qui se rapproche beaucoup de la formule

$$R''^4\ R'^4\ Ti\ (Si\ O^4)$$

donnée par Brogger.

$$R'' = Fe, Mn, Ca, Mg. \qquad R' = K, Na, H.$$

Le second minéral, d'après les résultats différents de l'analyse, serait un mélange.

J.-P. Iddings et S.-L. Penfield. — *The Minerals in hollow Spherulites of Rhyolite from Glade Creek, Wyoming.* (Id., p. 39.)

Les auteurs ont étudié les produits ignéo-aqueux dans les laves siliceuses, en insistant sur la différence de formation des sphérolites dans les rhyolites, à Glade Creek.

Le minéral le plus abondant de ces druses sphérolitiques est le quartz qui se présente en cristaux très intéressants. Ces cristaux ne sont pas très modifiés, mais ils présentent les formes $e^8\ (30\bar{3}2)$ $e^{5/4}\ (03\bar{3}2)$ excessivement rares, observées pour la première fois par M. des Cloizeaux.

Digitized by Google

J. Stanley-Brown. — *Bernardinite : It is a Mineral or a Fungus?* (Id., p. 46.).

Il y a environ quatorze ans, M. Stillman décrivait un nouveau minéral résineux provenant de Californie (San Bernardino Co) et lui donnait le nom de bernardinite.

M. J. Stanley-Brown conclut de ses recherches que cette substance est un champignon, le *Polyporous officinalis*, Fries.

L.-V. Pirsson. — *Gmelinite from Nova Scotia.* (Id., p. 57.)

La gmelinite de Five-Islands se trouve dans un trapp décomposé. Les cristaux sont de couleur variable. Sur une section, on voit des zones entourant une partie moins colorée. Le tableau suivant montre les formes qui ont été observées sur des cristaux. Dans la première colonne, les symboles sont ceux de la gmelinite considérée comme espèce distincte ; dans la seconde, la même forme est rapportée aux axes de la chabasie.

	1		2		1		2
p	(0001)	—	(0001)	b^1	$(10\bar{1}1)$	—	$(20\bar{2}3)$
m	$(10\bar{1}0)$	—	$(10\bar{1}0)$	$e^{1/2}$	$(01\bar{1}1)$	—	$(02\bar{2}3)$
h^1	$(11\bar{2}0)$	—	$(11\bar{2}0)$	e^8	$(30\bar{3}2)$	—	$(10\bar{1}1)$
$h^{3/2}$	$(52\bar{7}0)$	—	$(52\bar{7}0)$	$b^{1/3}d^{1/6}d^{1/18}$	$(43\bar{7}7)$	—	$(8.6.\bar{14}.21)$

De ces formes, (0001), $(11\bar{2}0)$, $(52\bar{7}0)$, $(30\bar{3}2)$ sont rares, les autres se trouvent dans les cristaux de toutes les localités américaines. La forme (0001) ne se montre que dans quelques cristaux de Two Islands et de Bergen Hill. Les faces $(10\bar{1}0)$ ne sont pas généralement striées comme celles des échantillons d'Europe.

Le scalénoèdre $(43\bar{7}7)$ est toujours strié. Ce caractère est spécial aux formes américaines.

Le rapport des axes est 1 : 0,734486.

M. L.-V. Pirsson a signalé l'existence de deux macles

Digitized by Google

de la gmelinite. La première se fait par association de deux scalénoèdres $(43\bar{7}7)$, la deuxième par association de deux rhomboèdres $(30\bar{3}2)$.

L'auteur a aussi constaté qu'une lame de gmelinite, taillée perpendiculairement à l'axe vertical, n'était pas éteinte dans toute son étendue et a signalé les anomalies optiques de cette substance.

Streng a montré que la chabasie pouvait être considérée comme un mélange de deux molécules hydratées de deux substances isomorphes, semblables à des feldspaths. Si on applique cette théorie à la gmelinite et qu'on la considère comme une chabasie sodifère en donnant aux molécules les formules

$$\left[\begin{array}{l} x = \mathrm{Na\,Al\,Si^3\,O^8,4\,H^2O} \\ y = \mathrm{Na^2\,Al^2\,Si^2\,O^8,4\,H^2O} \end{array}\right.$$

les formules de la gmelinite seront :

Two Islands	$6x + y$	Na	: Ca	:: 2	: 3
Bergen Hill	$3x + y$	—	—	3,2	: 1
Five Islands	$4x + y$	—	—	8	: 1

John M. Davison. — *Analyses of Kamacite, Tœnite, and Plessite from the Welland Meteoric Iron.* (Id., p. 64.)

La plessite, d'après les analyses de l'auteur, serait un mélange de kamacite et de tœnite.

	Kamacite.	Plessite. Kamacite.	Plessite. Tœnite.	Tœnite.
Fe	93,09	92,81	72,98	74,78
Ni	6,69	6,97	25,87	24,32
Co	0,25	0,19	0,83	0,33
C	0,02	0,19	0,91	0,50
	100,05	100,16	100,59	99,93

Digitized by Google

WALTER-HARVEY-WEED. — *A Gold-bearing Hot Spring Deposit.* (Id., p. 166.)

Étude des dépôts produits par les eaux minérales de Yellowstone Park, du Mount Morgan.

JAMES P. RIMBALL. — *Genesis of Iron Ores by Isomorphous and Pseudomorphous Replacement of Limestone.* (Id., p. 231.)

Le but de ce travail est d'étudier les conditions dans lesquelles se produisent les minerais de fer (sidérose) par remplacement du calcaire.

E.-H.-S. BAILEY. — *The Tonganoxie Meteorite.* (Id., p. 385.)

L'analyse a donné : Fer, 91,18 ; nickel, 7.93 ; cobalt, 0,39 ; phosphore, 0,10 ; cuivre, trace ; total, 99,60.

W.-F. HILLEBRAND. — *New Analyses of Uraninite.* (Id., p. 390.)

Des analyses de l'uraninite, l'auteur conclut que cette espèce peut être divisée en deux groupes, l'un avec terres rares et l'autre en étant dépourvu. Le premier renferme toujours de l'azote, qui manque ou qui y est en très faible quantité dans le second.

O.-C. FARRINGTON. — *The chemical composition of Iolite.* (Am. Journal of science, 3e série, tome XLIII, p. 43, 1892).

L'analyse a été faite sur des échantillons de Guilford (Connecticut), remarquables par leur pureté. Les résultats sont presque identiques à ceux qui ont été fournis à J. Brush, par l'analyse de la cordiérite de Haddam. La formule théorique qui se rapproche le plus de la composition est la suivante :

$$10\,SiO^2,\ 4Al^2O^3,\ \left[\frac{2}{9}(4FeO),\frac{7}{9}(MgO),\right] H^2O.$$

Digitized by Google

H.-L. Wells. — *On a Series of Cæsium Trihalides with their crystallography by* S.-L. Penfield. (Id. p. 17).

Ces composés sont orthorhombiques et forment plusieurs groupes isomorphes.

A.-E. Foote. — *A new Meteoric Iron from Garrett Co., Maryland.* (Id. p. 64).

Cette météorite contient 11 °/₀ de nickel et de cobalt et a une composition identique à celle qui a été décrite par Lawrence Smith sous le nom de laphamite.

G. Frederick Kunz et Ern. Weinschenk. — *Farmington, Washington Co, Kansas Aerolite.* (Id. p. 65).

L'analyse de cette météorite a donné :

Fer nickelifère	7,7
Troilite	5
Partie silicatée soluble dans HCl. .	46
Insoluble dans HlC.	41,5
	100,2

A. Genth. — *Contribution to mineralogy with crystallographic Notes by* Samuel L. Penfield. (Id. p. 184).

a. Hübnerite de North Star Mine, Sultan Mountain, Silverton, San Juan Co. Col. L'étude cristallographique de cette espèce avait été faite sur des cristaux artificiels par P. Groth et A. Arzruni.

Les formes observées sont :

g^1 (010), m (110) $h^{11/5}$ (830) a^2 (102) e^1 (011) $b^{1/2}$ (111)

Les rapports des axes $a : b : c = 0,83623 : 1 : 0,86684$.

1° La hübnérite est associée au quartz, à la galène, à la pyrite et à la tétraédrite et à la rhodocrasite.

2° La hübnérite de Cernent Creek, sur Bonita Mountain,

Digitized by Google

près de Silveston-Colorado, est associée au quartz et à la pyrite. Elle renferme 76,63 % de WO^3 au lieu de 74,75 comme la précédente et 1,61 de Fe au lieu de 2,91. Sa densité est 6,891.

3° La hübnérite de Bonita Mountain, près de Withe Oakes se trouve dans des fissures du granit. Les cristaux sont allongés. Les faces prismatiques sont habituellement striées verticalement. On a observé la forme nouvelle $h^{11/5}$ (830), qui existe dans le wolfram. La densité est de 7,163 à 7,091. Elle est la plus riche en fer et la moins riche en manganèse des gisements étudiés.

4° A Riotte (Monnouth District), la hübnérite n'est pas en cristaux distincts et renferme des traces d'oxyde de cuivre.

b Hessite de Mexico. (Refugio Mine, San Sebastian district, État de Jalisco). Cette substance est intimement mêlée au quartz. La gangue renferme 62,80 0/0 de Ag^2Te, 1,96 de PbTe et 1,40 0/0 de tellure à l'état de tellure natif ou plus probablement à l'état d'oxyde.

c Bismutite. Au Mount Antero (Chaffee County colorado), la bismutite est associée avec la phénacite, le quartz, l'orthose, la muscovite, l'hématite. Elle est impure et renferme du cuivre, du plomb et du zinc qui s'y trouvent à l'état de carbonate.

d Natrolite. A Magnet-Cove, Ark, elle est associée à l'œgyrine, l'eudyalite, le sphène, etc. Les cristaux ont 5 centimètres à 5,8 de long, l'angle du clivage est voisin de 90°.

G.-P. Merrill et R.-L. Packard. — *On an Azure-blue Pyroxenic Rock from the Middle Gila, New Mexico* (Id. p. 279).

Les auteurs montrent que ce pyroxène, répondant à la formule $Ca\,Mg\,Si^2O^6$, est de la malacolite. Il renferme 1,11 0/0 de protoxyde de fer.

Digitized by Google

G.-F. Kunz. — *Mineralogical Notes on Brookite, Octahedrite, Quartz and Ruby* (Id., p. 329).

L'auteur décrit la brookite, l'anatase, le quartz et le rubis trouvés dans le gisement de Placerville (Californie), par M. J. Blackiston.

La brookite ressemble à celle du Tyrol et du Maderanerthal, les rubis à ceux du gisement de Ujakova (gouvernement de Perm), et de Moguk, près Mandalay (Birmanie).

Whitman Cross et L.-G. Eakins. — *A new occurrence of Ptilolite* (Id., t. LXIV, p. 97).

Les auteurs ont découvert un nouveau gisement de ptilolite dans le Colorado (Custer County), à trois milles sud-est de la ville de Silver-Cliff. Ce minéral se trouve dans une rhyolite et se présente sous la forme d'aiguilles très fines s'entrecroisant et produisant ainsi une masse feutrée. L'analyse a donné :

SiO^2	67,83
Al^2O^3	11,44
CaO	3,30
K^2O	0,64
Na^2O	2,63
H^2O	13,44
	99,28

Paul Gaubert.

Le Secrétaire, gérant,

Paul GAUBERT.

Paris. — Imp. CHAIX (Succ. B), rue de la Sainte-Chapelle, 3. — 841-94.

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1894. — BULLETIN N° 5.

Compte rendu de la séance du 10 Mai 1894.

PRÉSIDENCE DE M. MICHEL LÉVY.

M. le Président fait part à la Société de la mort de M. de Marignac, professeur à l'Académie de Genève.

Il est procédé à l'élection d'un membre honoraire en remplacement de M. A. Scacchi. M. le professeur A. Schrauf, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé membre honoraire de la Société.

M. G. LÉON, ingénieur des mines, à Albi (Tarn), présenté dans la séance du 12 avril par MM. Michel Lévy et Léopold Michel, est proclamé membre de la Société.

M. le Président annonce la présentation de M. R. Brauns, professeur à l'École technique de Karlsruhe, par MM. Max Bauer et Mallard.

Digitized by Google

M. Soret adresse à la Société son ouvrage sur la cristallographie physique.

M. Wyrouboff présente une note sur la macle de l'aragonite.

M. Emilio Damour fait une communication sur une méthode d'attaque des substances minérales, insolubles ou difficilement solubles dans les acides, basée sur l'emploi du sulfate de chaux. Cette méthode avait été indiquée antérieurement par M. Friedel *(Bulletin de la Société chimique)*, qui l'a appliquée à l'analyse de la chromite, du corindon, etc. M. E. Damour l'a essayée sur différents minéraux du titane (fer titané, rutile), dont l'attaque par les méthodes ordinaires, et en particulier par le bisulfate de potasse, est extrêmement longue et difficile. L'emploi du sulfate de chaux, en chauffant à une température assez élevée pour fondre le sel, permet au contraire une désagrégation très prompte : comme dans la méthode Deville (*Attaque des silicates par le carbonate de chaux*), il se forme un verre qu'il suffit de détacher du creuset de platine et d'écraser au mortier d'agate pour avoir une rapide dissolution du minéral dans l'acide sulfurique. La seule difficulté consiste à chauffer à une température suffisante pour fondre le sulfate de chaux et obtenir un verre bien homogène, mais on y arrive très bien, soit au chalumeau Schlœsing, soit dans un four Forquignon.

M. Ch. Friedel fait une communication sur la composition de l'apophyllite [1].

M. L. Gentil présente une note sur « un grenat mélanite à anomalies optiques » du cap Bougaroune (Algérie). Ce

(1) Le travail de M. Friedel sera publié dans le numéro de juin.

Digitized by Google

grenat est en relation avec des filons d'oligiste et accompagné de deux minéraux : l'ilvaïte et un pyroxène vert, apparemment la bustamite, dont l'étude fera l'objet d'une prochaine note. Le grenat présente les anomalies optiques de la topazolite, parfois complétées par la structure zonée de l'aplôme.

M. P. Gaubert montre à la Société un échantillon de quartz, présentant la macle de la Gardette (plan d'association parallèle à $(d^{1/2}d^{1/5}b^1)$, angle des deux axes verticaux $= 84°33'$). Cet échantillon provient des mines de fer d'Allevard, localité où cette macle n'avait pas encore été signalée.

M. P. Gaubert présente de gros cristaux d'azotate de plomb, colorés par le bleu de méthylène et remarquables en ce qu'ils sont formés par l'association d'autres cristaux beaucoup plus petits, ayant 2 à 3 millimètres de long et allongés suivant trois directions rectangulaires, parallèles aux axes quaternaires du cube. Les gros cristaux paraissent ainsi formés par la réunion de cristaux orthorhombiques. Ils présentent la forme du cubo-octaèdre et du cube. La surface d'adhésion sur les parois du vase passe à peu près par le centre du cristal dans les cristaux de la première forme. Elle présente une croix dont les bras coïncident avec les diagonales du carré. La surface d'adhésion des cristaux de la forme p est parallèle aux faces de l'octaèdre et est divisée en six secteurs.

Les petits cristaux élémentaires ont la forme :

$$p(100)\ a^1(111)\ b^1(110).$$

M. Michel Lévy signale une série de roches cristallines et éruptives très intéressante, rapportée par M. Barrat, ingénieur des mines, d'une exploration au Congo français. Le plus grand nombre de ces roches consiste en schistes

Digitized by Google

micacés et feldspathiques, modifiés au contact de granites variés. Un échantillon est particulièrement intéressant; c'est une *norite* grenue (enstatite, hornblende verte et labrador), provenant du torrent Arankané (bassin de l'Ogooué, près la ligne de partage des eaux du bassin de l'Ogooué et du Como (monts de Cristal).

Sur la microstructure de la mélilite (1).

Par L. Gentil.

Un caractère microscopique assez constant de la mélilite et des plus précieux pour le diagnostic de ce minéral en plaques minces, consiste dans l'existence de filaments microscopiques noyés au sein du minéral et dirigés perpendiculairement à sa base *p* (001).

Cette microstructure de la mélilite a été étudiée pour la première fois par M. Stelzner (2) qui en a donné une description fort détaillée et l'a désignée sous le nom de *pflockstructur* (structure en chevilles) qui donne une idée assez nette du phénomène.

M. Stelzner ne s'est pas prononcé sur la nature des « chevilles », il admet cependant leur origine primordiale et pense qu'elles ne peuvent être attribuées à des pseudomorphoses du minéral.

M. Rosenbusch (3) attribue cette microstructure à des

(1) Note présentée à la séance du 12 avril 1894. Manuscrit déposé au Secrétariat le 16 mai. Épreuve corrigée le 22 mai.

(2) Alfr. Stelzner. Ueber melilith und melilithbasalte. *N. Jahrb Beil. Bd*, 1882 (p. 369-440).

(3) H. Rosenbusch. *Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gestein*. Band I. p. 323.

Digitized by Google

inclusions vitreuses ayant même origine que le magma qui a donné naissance à la roche à mélilite. Dans sa discussion du phénomène, le savant professeur allemand écarte d'abord l'hypothèse de cavités vides ou remplies de liquide, il insiste ensuite sur l'isotropie des filaments qui sillonnent la masse du minéral; enfin il rapproche la microstructure de la mélilite de celle de la gehlénite, où l'on observe souvent des canaux cylindriques perpendiculaires à la base *p* (001) et remplis du calcaire qui forme la gangue habituelle de ce dernier minéral.

M. Vogt (1) a décrit, dans la mélilite des scories de hauts-fourneaux, des inclusions vitreuses plus ou moins filiformes, disposées quelquefois suivant l'axe quaternaire du cristal. M. Vogt considère ces inclusions comme l'analogue des « chevilles » de la mélilite naturelle.

J'ai eu la bonne fortune, l'été dernier, de recueillir au Monte Vulture (Basilicate), sur le bord du cratère principal de l'ancien volcan, une très belle roche à mélilite qui n'a jamais été signalée, à ma connaissance. Ma première impression, à l'examen de cette roche, a été de donner à la structure en chevilles une tout autre interprétation que celle admise jusqu'ici, d'attribuer cette structure à des altérations du minéral.

Un examen attentif de la mélilite du Monte Vulture et de celles des gisements les plus connus m'a confirmé dans cette manière de voir.

La collection pétrographique du Collège de France, m'a fourni les principaux éléments de cette étude. Je dois aussi à la bienveillance de M. A. Lacroix, d'avoir pu compléter cette série par d'autres roches à mélilite fort intéressantes.

(1) Vogt. *Arch. for Math. og Naturvid*, 1888-1890.

Digitized by Google

Tandis que M. Rosenbusch recommande, pour étudier la structure en chevilles, de choisir des mélilites excessivement fraîches, j'ai été conduit à mon interprétation du phénomène par l'observation de la mélilite de la roche (leucitite) du Monte Vulture, qui est relativement altérée.

Le produit principal de cette altération est d'une belle couleur jaune de miel, jaune pâle sur une très faible épaisseur. Sa réfringence est moins élevée que celle de la mélilite et sa biréfringence également plus faible quoique *encore sensible.*

Ce produit s'attaque facilement par l'acide chlorhydrique en faisant gelée. C'est une substance hydratée ainsi qu'on peut s'en rendre compte en examinant une plaque mince taillée dans un échantillon de la roche préalablement maintenu, un certain temps, au rouge vif; on constate alors que la substance jaune de miel s'est transformée en une masse grise, opaque, comparable à une zéolite décomposée par la chaleur, tandis que la mélilite fraîche ambiante est restée intacte.

On peut, dans la leucitite du Monte Vulture, trouver des mélilites à toutes les phases du développement de l'altération, depuis les cristaux les plus frais, sans trace de produits secondaires ni structure en chevilles, jusqu'à des cristaux complètement épigénisés en substance jaune de miel.

On constate que l'altération commence toujours par les surfaces libres, c'est-à-dire la périphérie du cristal, les clivages basiques *p* (001) ou les cassures irrégulières, la surface de contact du minéral avec les inclusions étrangères qu'il renferme. Ça et là se montrent les filaments produits secondairement; ils sont de forme plus ou moins régulière, présentent une épaisseur variable avec tendance, en certains points, à se prolonger perpendiculairement à leur direction, c'est-à-dire suivant le clivage du minéral. La

Digitized by Google

figure ci-dessous (fig. 1) représente un petit cristal de mélilite du Monte Vulture dessiné au microscope, par M. Jacquemin, à un assez fort grossissement.

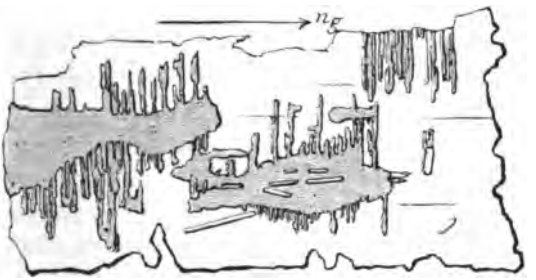


Fig. 1.

On voit que les « chevilles » sont toujours en continuité avec les masses jaune de miel qui doivent être considérées, en certains points, comme formées par le groupement de filaments qui ont grossi en épaisseur au fur et à mesure de leur développement.

La mélilite de Monte Vulture présente, en outre, de nombreuses inclusions de microlites d'augite très allongés (fig. 1), on observe quelquefois des filaments émanant des contours de ces microlites dans la direction de l'axe principal.

La mélilite de la leucitite de Capo di Bove (Rome) présente, au point de vue qui nous occupe, la plus grande analogie avec celle du Monte Vulture. La même substance jaune de miel s'y montre, souvent très développée. Elle forme des masses plus ou moins volumineuses en continuité, d'une part, avec des filaments plus ou moins épais et réguliers dirigés suivant l'axe quaternaire du cristal, d'autre part avec des surfaces d'altération parallèles au

Digitized by Google

clivage basique (fig. 2). De telle sorte que les sections transversales du minéral (parallèles à l'axe) montrent, par places, un véritable réseau rectangulaire de filaments jaune pâle.

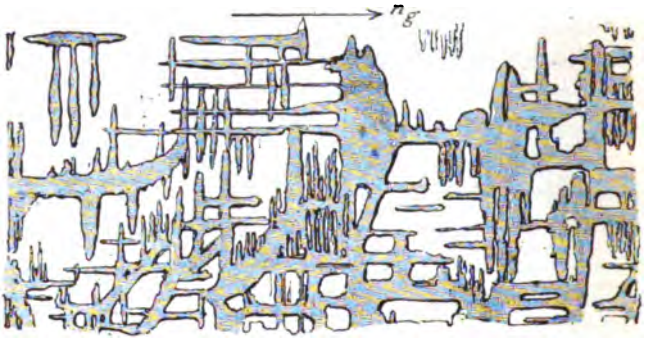


Fig. 2.

On observe, en outre, des veinules de la même substance de forme tout à fait irrégulières d'où partent des filaments verticaux (fig. 2). Ces veinules marquent incontestablement la place d'anciennes cassures conchoïdes du minéral.

De toutes les mélilites qu'il m'a été permis d'examiner, celle qui présente la structure en chevilles la plus nette, a plus dévelopée, appartient à un basalte à mélilite de Hohenstoffeln (Höhgau). De plus, la mélilite de ce gisement présente, avec la plus grande netteté, la relation des « chevilles » et des plages altérées du minéral. L'altération a surtout envahi les clivages *p* (001) suivant lesquels elle a formé des lames d'épaisseur irrégulière présentant, dans les sections parallèles à l'axe du cristal, une forme noduleuse, en chapelet (fig. 3). De ces lames partent des filaments verticaux extrêmement fins et nombreux qui ne peuvent être observés qu'avec un objectif à immersion.

Digitized by Google

La réfringence de ces lames et des filaments qui en partent est toujours inférieure à celle du minéral frais comme dans le cas des mélilites du Vulture et de Capo di Bove.

Fig. 3.

Quelquefois les filaments partent des bords du cristal où l'on peut observer toute une enveloppe d'altération. Les « chevilles », en ce cas, se dirigent vers le centre du cristal où elles peuvent laisser une bande du minéral non altéré (fig. 4).

On observe encore dans la mélilite de Hohenstoffeln les « chevilles » en relation avec des bandes d'altération suivant des fissures irrégulières (fig. 4) ou avec une enveloppe qui se montre parfois autour des microlites d'augite allongés ou arrondis que renferme le minéral (fig. 3 et 4).

Fig. 4.

Digitized by Google

L'action de la chaleur sur la mélilite de Hohenstoffeln est extrêmement nette. Elle a pour effet de décomposer ses produits d'altération ainsi que les « chevilles » de la microstructure. Elle les transforme en une substance grise, opaque. Nous avons donc de nouveau affaire à des produits secondaires et non à des inclusions vitreuses qui devraient forcément se montrer réfractaires à l'action de la chaleur.

Dans un basalte à mélilite Hochbohl (Swäbische Alb), j'ai observé les mêmes particularités que dans le cas précédent, à cette différence près que les « chevilles » sont extrêmement fines et courtes. Il faut pour les observer un fort grossissement ainsi qu'on pourra en juger par la figure ci-dessous (fig. 5) représentant un cristal dessiné en entier à l'immersion.

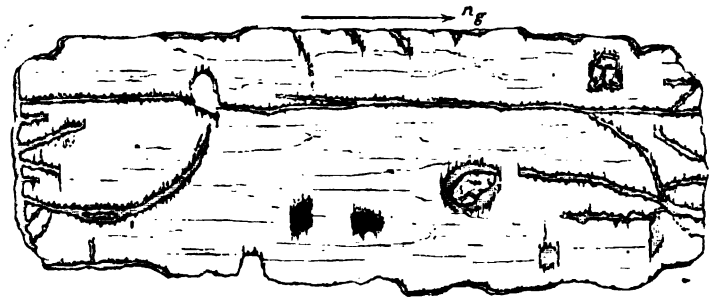


Fig. 5.

Ce cristal montre, en outre, des inclusions d'augite et de pérowskite entourées d'une faible bordure d'où partent les « chevilles » dans leur direction habituelle.

La mélilite d'un autre basalte de la même région se présente comme celle de Hochbohl. Elle offre, en outre, les particularités suivantes :

Digitized by Google

1° La substance qui remplit les fissures ou les clivages basiques, au lieu de paraître isotrope comme dans les cas précédents, présente par place une biréfringence assez élevée atteignant celle du quartz. La substance d'altération peut en ce cas être attribuée à une zéolite;

2° Certains cristaux de cette mélilite montrent des traces d'un clivage perpendiculaire au clivage *p* (001) et appartenant à une face de la zone *mm* (fig. 6).

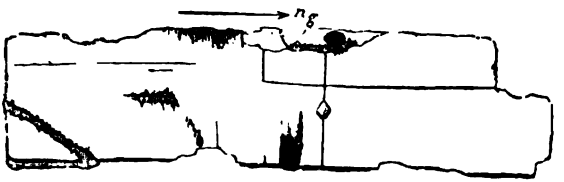


Fig. 6.

La mélilite d'une néphélinite de Palma (Canaries) présente le plus grand intérêt au point de vue qui nous occupe. Le minéral se montre dans cette roche avec des produits d'altération nettement biréfringents qu'il faut attribuer sans doute à une zéolite (probablement la natrolite) (fig. 7). Ce minéral secondaire forme des bourrelets sur la périphérie du cristal, suivant les clivages *p* (001) et autour des inclusions de magnétite et d'augite; on observe aussi ces bourrelets suivant des cassures irrégulières.

De part et d'autre des plages altérées, relativement très développées, partent des « chevilles » en très grand nombre, souvent courtes et fines. Ces « chevilles » sont, de place en place, formées par la même substance zéolitique; les autres présentant une teinte jaune pâle et une biréfringence très faible. Il paraît très probable, en ce cas, que la zéolitisation

Digitized by Google

a succédé à la formation de substance hydratée jaune pâle en commençant par le cœur de sa masse.

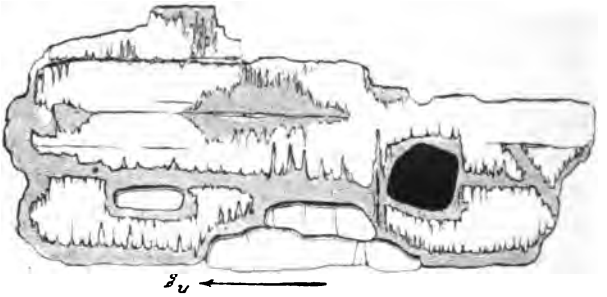


Fig. 7.

Je pourrais ainsi multiplier les exemples de mélilites présentant la structure en chevilles en relation directe avec des produits d'altération. J'ajouterai même que l'explication que je donne de cette microstructure s'applique à tous les cas que j'ai eus sous les yeux.

J'ai observé, en outre, des mélilites dépourvues de structure en chevilles. Tel est, par exemple, le cas de la mélilite d'une néphélinite de l'île Rachgoun (Algérie).

Quant à l'analogie que l'on a fait remarquer entre certaines inclusions vitreuses de la mélilite artificielle et les « chevilles » de la mélilite naturelle, elle n'est qu'apparente. Dans la mélilite artificielle, en effet, on observe bien des inclusions vitreuses allongées et distribuées dans plusieurs sens, souvent dans la direction de l'axe quaternaire du minéral; mais, comme le montre si bien le mémoire de M. Vogt (1), ces inclusions plus ou moins sinueuses, discontinuées, sont complètement *indépendantes au sein du cristal*. D'ailleurs toute confusion est impossible entre les deux

(1) Loc. cit.

Digitized by Google

ordres de phénomènes, si l'on essaie l'action de la chaleur qui décompose les « chevilles » de la mélilite naturelle, laisse intactes les inclusions vitreuses de la mélilite artificielle.

La nature secondaire des filaments de la microstructure de la mélilite étant bien établie, on pourrait se demander si ces filaments ne proviendraient pas de l'altération d'inclusions vitreuses d'origine primordiale. Une telle interprétation est, à mon avis, à rejeter. Comment expliquer, en effet, dans cette hypothèse, la relation des « chevilles » et des plages altérées? Dans les échantillons que j'ai examinés j'ai toujours observé les « chevilles » en continuité avec des plages altérées du minéral.

De la discussion qui précède se dégagent clairement les conclusions suivantes :

1° La structure en chevilles de la mélilite naturelle doit être attribuée à des produits d'altération dont le plus fréquent est une substance hydratée, facilement attaquable par l'acide chlorydrique en faisant gelée. Cette substance est de couleur jaune de miel ou jaune plus clair, de réfringence inférieure de celle de la mélilite et d'une biréfringence également plus faible quoique encore sensible. Cette biréfringence est inappréciable sous de très faibles épaisseurs comme celles des « chevilles », mais nettement sensible en masse telle qu'elle se présente dans certaines mélilites naturelles (Monte Vulture, Capo di Bove, etc.). On conçoit donc la confusion qui a été faite entre cette substance et de la matière isotrope alors qu'elle n'était observée que sur les « chevilles ».

L'altération peut être poussée plus loin ainsi que je l'ai signalé plus haut dans les mélilites de la Schwäbische Alb et de Palma où l'on observe une substance ayant la biréfringence moyenne d'un feldspath et qui doit être attribuée à une zéolite (probablement la mésotype).

Digitized by Google

Il semble que la substance jaune, hydratée, soit un terme moyen qui pourrait aboutir, sous l'influence persistante des causes de l'altération, à la zéolite.

Il peut arriver que des inclusions vitreuses ayant plus ou moins l'apparence de « chevilles » viennent s'adjoindre en certains cas, aux filaments secondaires de la mélilite; j'en ai même constaté quelquefois qui étaient restées réfractaires à l'action de la chaleur. Mais ces inclusions peuvent se distinguer des chevilles par leur forme plus ou moins globuleuse, discontinue et leur indépendance au sein du cristal. De plus elles jouent un rôle très effacé dans la structure en chevilles, par suite de leur infime minorité à côté des filaments produits secondairement par altération du minéral.

2° Le processus de l'altération de la mélilite présente une certaine analogie avec celui de l'olivine. Comme dans ce dernier minéral on voit dans la mélilite l'altération commencer par les bords du cristal, les cassures, les fentes de clivage. Il semble aussi que les clivages basiques s'accentuent sous l'influence des altérations.

De même que l'olivine, la mélilite peut donner divers produits secondaires, parmi lesquels une substance jaune ou jaune de miel, qui serait à comparer au produit jaune-orange de la dégénérescence ferrugineuse du péridot, et un produit d'altération mieux défini, la zéolite, qui serait à comparer à la serpentine.

Ce qui différencie et caractérise, à ce point de vue, la mélilite c'est la direction *linéaire* suivant laquelle se développent les chevilles de la microstructure du minéral.

Quant à la cause même de cette direction de facile altérabilité, il faut la rechercher dans la structure cristalline du minéral. Elle est sans doute du même ordre que celle pour laquelle se produisent des plans de clivage, des plans

Digitized by Google

de séparation, des stries linéaires dans un minéral. Dailleurs, il semble que la mélilite présente une direction de faible cohésion suivant son axe principal, ainsi que je l'ai constaté dans un basalte de la Swäbische Alb.

3° La tendance de la mélilite à s'altérer suivant la direction des « chevilles » est variable avec les gisements. C'est ainsi que la mélilite de Hohenstoffeln est celle qui possède cette propriété au plus haut degré parmi tous les gisements que j'ai examinés. Au contraire celle de Hochbohl, par exemple, présente des chevilles très courtes, peu développées.

Cette propriété plus ou moins accentuée de la mélilite peut être comparée aux clivages d'un même minéral qui, très prononcés dans certains gisements, peuvent l'être beaucoup moins ailleurs.

Épidote de Madagascar.

Par M. A. Lacroix.

Dans ma *Minéralogie de la France et de ses colonies*, j'ai signalé (1) un échantillon d'épidote faisant partie de la collection de M. Damour et donné comme provenant de Madagascar, sans indications plus précises.

M. Grandidier a bien voulu, tout récemment, me communiquer deux cristaux de ce minéral qui lui ont été envoyés par un de ses correspondants malgaches. Ils étaient accompagnés de deux cristaux de quartz bipyramidés, sans intérêt spécial. Ils ont été recueillis aux environs d'Amboasary (et probablement sur la montagne d'Hiaranandviana), à une journée de marche de Tananarive, par 19°9′45″ lat. et 45°8′45″ long.

(1) T. I, p. 151. 1893.

Digitized by Google

Ces cristaux ont $1^{cm},5$ suivant l'arête d'allongement ph^1 (001) (100), sur 3^{mm} suivant l'axe vertical. Ils sont d'un vert pistache et rappellent comme couleur et éclat les cristaux bien connus d'Arendal.

Leurs formes sont les suivantes :

h^1 (100), h^3 (210), p (001), a^2 ($\bar{1}02$), a^1 ($\bar{1}01$), e^1 (011), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Toutes ces formes sont représentées par de larges faces, sauf $b^{1/2}$ qui est peu développée. Les faces sont ondulées et donnent des réflexions souvent médiocres.

	Angles observés	Angles calculés (Dx)		Angles observés	Angles calculés (Dx)
h^1h^3	144°46′	144°26′	h^1e^1	102°56′	102°56′
h^3h^3 (surg¹)	70°45′	71° 8′	$e^1b^{1/2}$	146° 4′	146° 7′
pe^1	121°33′	121°24′	ph^3 (post.)	69°25′	69°32′

M. Guyot de Grandmaison m'a communiqué, il y a quelque temps, un bloc de quartz hyalin renfermant un cristal brisé d'épidote atteignant 12^{cm} et offrant la même couleur que ceux qui viennent d'être décrits ; le même échantillon renfermait en outre des aiguilles de tourmaline noire et était indiqué comme provenant de Vohémar, port situé sur la côte Est de l'île. Il est probable que cet échantillon ne vient pas de Vohémar même, mais de ses environs.

Note additionnelle sur la pyromorphite de la Nouvelle-Calédonie.

Par M. A. Lacroix.

Dans une précédente note sur quelques minéraux de la Nouvelle-Calédonie, j'ai signalé de beaux cristaux de *pyromorphite*.

Digitized by Google

En examinant à nouveau quelques-uns de ces cristaux, j'y ai trouvé la forme a^1 $(11\bar{2}1)$, que je n'avais pas encore rencontrée.

Je profite de cette occasion pour rectifier une inexactitude qui s'est glissée dans la note précitée ; les deux pyramides nouvelles que j'ai trouvées sur ces cristaux ne sont point : $b^{4/5}$ $(50\bar{5}4)$, et $b^{1/10}$ $(10.0.\overline{10}.1)$, mais $b^{14/15}$ $(15.0.\overline{15}.14)$ et $b^{1/9}$ $(9.0.\bar{9}.1)$.

La liste d'angles augmentée et rectifiée est la suivante :

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$pb^{14/15}$	137°23′	137°32′
$pb^{1/2}$	120°28′	120°31′
$pb^{1/9}$	97°26′	97°51′
pa^1	124°11′	124°15′

La collection du Muséum a récemment acquis de très gros cristaux jaunes de pyromorphite provenant de El Horcajo, province de Cindal Real (Espagne) et possédant les particularités de couleur et de structure que j'ai décrites dans la pyromorphite de la Nouvelle-Calédonie.

Utilisation du polychroïsme produit artificiellement, pour l'observation des anomalies optiques dans les substances pseudo-cubiques.

Par M. P. Gaubert.

Beaucoup de corps cristallisant dans le système cubique, agissent sur la lumière polarisée. On observe ce fait au moyen du microscope polarisant. Mais il est préférable, dans certains cas, d'employer un autre procédé qui est plus sensible. Il consiste à colorer artificiellement les

(1) *Bull. Soc. minér.* XVII, 53. 1894.

Digitized by Google

cristaux pseudo-cubiques avec une matière dissoute dans l'eau mère, et pouvant passer dans le cristal lorsque la cristallisation a lieu. De Senarmont a montré que les corps cristallisant dans un système autre que le système cubique pouvaient acquérir un polychroïsme intense, lorsqu'ils étaient colorés artificiellement. L'azotate de strontiane à 5 équivalents d'eau, coloré par l'extrait de bois de campêche, lui a fourni les meilleurs résultats. Le polychoïsme artificiel a été aussi constaté par O. Lehmann (1) dans deux récents travaux, mais comme de Senarmont, cet auteur n'a étudié que les substances non cubiques.

J'ai appliqué le procédé aux azotates de baryte, de plomb et de strontiane anhydre. Les propriétés optiques de ces substances ont été étudiées par Marbach, Klocke, J. Lewis, Wulff, Brauns, Morel.

Les dissolutions d'azotate de baryte, colorées par du bleu de méthylène, laissent déposer au fond du vase des cristaux aplatis, suivant les faces de l'octaèdre lorsque le liquide a une faible épaisseur. Ces faces octaédriques ont un contour hexagonal, par suite de la persistance des faces *p* (100) qui peuvent être réduites à une base très étroite ou à une ligne. Les auteurs que j'ai cités plus haut ont constaté que des cristaux semblables, examinés au microscope polarisant, étaient divisés en six secteurs ayant pour base les contours de l'hexagone et leur sommet au centre. Les secteurs opposés jouissent des mêmes propriétés optiques et ils s'éteignent simultanément.

Les cristaux colorés que j'ai obtenus, examinés au microscope pourvu du polariseur, présentent aussi six secteurs différemment colorés, les divisions opposées ayant la même teinte.

(1) O. Lehmann. — Ueber künstliche Färbung von Krystallen und amorphen Körpern. (*Ann. der Phys. u. Ch.* Bd. 51, S. 47. 1894.)

Digitized by Google

En faisant tourner la lame, on constate que la couleur de chaque secteur passe du bleu au violet. La substance est donc devenue polychroïque et par conséquent elle est biréfringente.

Les deux teintes extrêmes correspondent à la direction des axes d'élasticité.

On a : $n_g =$ violet.
$n_p =$ bleu.

Ce procédé pour l'observation de la structure est très sensible pour l'azotate de baryte. Si on divise une solution en deux parties et qu'on colore l'une d'elles avec du bleu de méthylène, l'autre restant incolore, les cristaux colorés présentent un polychroïsme intense, alors que les mêmes cristaux et ceux de la solution incolore, placés dans les mêmes conditions, examinés au microscope polarisant, paraissent monoréfringents.

J'ai pu constater que dans quelques cas les secteurs étaient constitués par des lames alternativement monoréfringentes et biréfringentes; le phénomène est plus marqué avec l'azotate de plomb.

La matière colorante peut être distribuée régulièrement dans toutes les parties du cristal, mais souvent les différents secteurs présentent une teinte inégale, ceux qui correspondent aux faces du cube étant moins colorés. M. Mallard a montré que dans le grenat pyrénéite la matière noire était concentrée entre les plans des pyramides dont est constitué le grenat. Quelques cristaux d'azotate de baryte présentent aussi cette particularité intéressante. La répartition des matières tenues en suspension dans l'eau mère, dans les cristaux et leur absorption seront étudiées dans une note ultérieure.

(Laboratoire de Minéralogie du Muséum d'Histoire naturelle.)

Digitized by Google

Comptes rendus des publications étrangères.

Mats Weibull. — *Sur la forme cristalline et la composition du mispickel. (Zeitschrift für Kryst.*, XX, p. 1 à 24.)

L'auteur a étudié des échantillons de sept provenances différentes. Il donne les résultats suivants :

1° Le mispickel présente pour chaque localité et quelquefois dans une même localité des types différents tant pour la composition que pour les constantes cristallographiques ;

2° Les cristaux les mieux formés contiennent souvent des inclusions d'autres minéraux, tels que magnétite, pyrrhotine, chalcopyrite, augite, etc.;

3° La composition de tous les *mispickels purs* est représentée par la formule $Fe\,(S, As)^2$. Si on prend comme mispickel normal le composé $Fe\,S\,As$ trouvé dans la nature, on doit admettre qu'il peut avoir dans les cristaux 10 0/0 de $Fe\,S^2$ ou autant de $Fe\,As^2$ substitués à $Fe\,S\,As$;

4° Une substitution de cette sorte doit évidemment influer sur la structure cristalline et s'expliquer par la nature des minéraux qui accompagnent les divers types de cristaux;

5° Dans les mispickels cobaltifères, le remplacement du fer par une petite quantité de cobalt et de nickel détermine dans les constantes cristallographiques un changement régulier, et la composition est exprimée vraisemblablement par la formule $(Fe, Co\,Ni)\,(As, S)^2$.

Alexander Schmidt. — *Sur la Bournonite de Nagybanya (Hongrie)*. Id., XX, p. 151 à 160.)

Ce minéral accompagne la blende, la galène, la chalcopyrite, la stibine, la dolomie et le quartz.

Digitized by Google

Deux types de cristaux : les uns plus petits mais brillants sont en prismes plus ou moins minces, et accompagnent la dolomie ; les autres, plus gros, en tables épaisses et affectant la forme caractéristique de roue dentée, sont moins parfaits au point de vue de la beauté des facettes ; ils accompagnent surtout la stibine.

L'auteur a observé dans deux cristaux 23 formes ; il en donne deux comme nouvelles : {503} et {021}.

Milch. — *Sur des cristaux d'Epsomite de Stassfurt-Leopoldshall.* (Id., XX, p. 221 à 224.)

Les seuls cristaux naturels d'Epsomite jusqu'ici connus provenaient du département de l'Hérault et avaient été décrits par M. de Rouville. Ceux de Stassfurt s'en distinguent par une plus grande richesse de facettes.

Implantés sur le sel gemme grenu ou sur une argile grise salifère, les cristaux atteignent une grosseur de plusieurs centimètres. La nature des faces n'a pas permis de faire un nouveau calcul des axes.

L'auteur admet :

$$a : b : c = 0{,}9901 : 1 : 0{,}5709.$$

Il cite une forme {210} comme nouvelle.

Le caractère hémiédrique est visible dans certains cristaux ; dans d'autres, il est plus ou moins dissimulé, à cause de la présence simultanée des deux formes droite et gauche.

Propriétés optiques. — Plan des axes *p* (001). Double réfraction faible et négative. La bissectrice aiguë est la macrodiagonale *b*.

Sur une lame de clivage g^1 (010), on a mesuré :

$$2\,E = 77°5' \text{ (lumière du sodium).}$$

Digitized by Google

Un prisme dont l'arête était verticale a donné :

$$n_m = 1,4568$$
$$n_g = 1,4619$$

D'où :

$$2\,V = 50°38'\ 1/2$$

et $$n_p = 1,4346.$$

Dispersion très faible.

J. Boecker. — *Observations cristallographiques sur l'idocrase. (Zeitsch. f. Kryst.*, XX, p. 285 à 231.)

Les cristaux étudiés proviennent l'un de Zermatt, les autres de Monte Somma. Les derniers présentent trois types : l'un, qui paraît n'avoir pas été décrit, est tabulaire: le second en pyramide aplatie, le troisième en forme de dé. Les cristaux tabulaires reposent sur le calcaire Apennin, dont ils sont séparés par une couche qui paraît s'être transformée en wollastonite; ils sont accompagnés de phlogopite et de méionite ; les cristaux, d'un jaune brun, assez transparents, présentent au centre un noyau rouge brun nettement limité ; la base, qui domine, présente des inégalités qu'on peut ramener à des pyramides de première espèce. Les cristaux du second type n'ont qu'une extrémité terminée en pyramide; l'autre est implantée sur le grenat et sur un mica vert sombre qui recouvre lui-même un calcaire spathique. Les cristaux en cube sont bruns ou verdâtres; les premiers sont sur un calcaire transformé en grande partie en mica magnésien presque uniaxe et optiquement négatif, et en sont séparés par une mince couche de méionite ; les seconds sont accompagnés aussi de méionite et en outre de mica d'un vert relativement clair et de chaux spathique.

Digitized by Google

L'échantillon de Zermatt présente des cristaux transparents, d'un vert d'herbe, accompagnés de diopside tabulaire limpide, de chlorite vert bleu et de dolomie blanche opaque.

Sept formes sont citées comme nouvelles par l'auteur ; la forme {11,4,4} lui paraît sûrement établie.

L. Souheur. — *Nouvelles formes dans la topaze de l'Oural.* (*Zeitsch.*, XX, p. 232 à 235.)

Les cristaux étudiés viennent de la mine de Redikorzew, près Miass, dans les monts Ilmen ; ils se trouvent accompagnés de rutile, de tourmaline noire et de mica potassique, dans un granit contenant de l'amazonite.

On a mesuré trente-quatre cristaux : tous présentaient les formes : m {110}, g^3 {120}, a^1 {101}, e^1 {011}, $b^{1/2}$ {111}, b^1 {112} et {113}.

Les formes nouvelles que l'on considère comme sûrement établies sont : {290}, {580}, {415}, {10,3,13} et {8,7,15}.

H. Traube. — *Sur la pseudobrookite d'Arany (Transylvanie).* (Id., XX, p. 327 à 331.)

Une analyse faite par M. Rimbach a donné :

TiO^2 42,49 ; Fe^2O^3 58,20 ; MgO (traces). Total 100,69.

Ces nombres conduisent à la formule proposée par Cederstrom :

$$2Fe^2O^3,\ 3TiO^2.$$

La teneur en magnésie trouvée par Koch, de 4,28 0/0, provient d'une impureté, probablement de la szaboïte.

L'angle h^1h^3 (100) : (210) est en moyenne de 26°8′.

— h^1a^1 (100) : (101) — 41°3′.

Digitized by Google

Rapport d'axes :

$$a : b : c = 0{,}98123 : 1 : 1{,}12679.$$

Face nouvelle : $\{772\}$.

P. Grosser. — *Cristaux de zincite de Franklin (États-Unis).* (Id., p. 354 à 356.)

L'auteur décrit deux cristaux. Ils sont hémimorphes, terminés d'un côté par une pyramide, de l'autre par la base; les faces prismatiques sont peu marquées. La pyramide, calculée d'après celle que Dana a considérée comme fondamentale, serait notée : $\{20\bar{2}3\}$ ou $a^{3/2}$.

L'analyse a donné :

ZnO 96,20; MnO 3,33; Fe^2O^3 0,43. Total 99,96.

Blake avait trouvé 0,68 d'oxyde de manganèse; la quantité variable de manganèse se traduit extérieurement par un changement de couleur.

P. Pjatnitzky. — *Sur la kermésite.* (Id., p. 417 à 433.)

Étude cristallographique faite sur des échantillons de Perneck (Hongrie.)

Les cristaux ne permettent pas de donner des résultats très exacts. A peine détachés, ils se courbent en hélice; quelques facettes brillantes sont finement striées; d'autres ne donnent pas même d'images. Ils sont cependant préférables à ceux de Braunsdorf, qui sont en forme d'aiguilles.

La kermésite est accompagnée de stibine, de sénarmontite et de valentinite.

Les cristaux avaient été rapportés au système monoclinique; mais l'angle ph^1 est peu différent de 90°; aussi l'auteur, avec Kenngott, les regarde comme rhombiques

Digitized by Google

et hémiédriques, la clinodiagonale devenant macrodiagonale avec le rapport d'axes

$$a : b : c = 4,6448 : 1,1717 : 1.$$

Le développement de la forme o^1 {101}, ou quelquefois celui de la forme h^1 {100}, donne aux cristaux un aspect tabulaire.

On peut obtenir des lamelles de clivage parallèles soit à h^1, soit à o^1. Elles sont assez transparentes, peu dichroïques. Le coefficient de réfraction paraît très élevé, mais la double réfraction est très faible. L'axe n_m coïncide avec l'axe b.

Les lamelles de clivage fortement chauffées d'une manière continue deviennent opaques, fondent en gouttelettes rouges vers 450° et brûlent. Si à une certaine température on cesse de chauffer, il se produit des petits cristaux qui ne peuvent être que des octaèdres ou des cubes de sénarmontite. A une température plus élevée, on obtient de la valentinite.

H. Laspeyres. — *Chalcopyrite de Müsen.* (Id., XX, p. 529 à 534.)

Cristaux capillaires rappelant la millérite pour la forme et la couleur, tantôt séparés, tantôt rassemblés dans un même plan sous des angles de 60° ou de 120° en formant des réseaux. Ces réseaux ressemblent à ceux des métaux du système cubique, de même que les formes et les macles de la chalcopyrite tétraédrique ressemblent à celles des métaux du système cubique.

H. Laspeyres. — *Beyrichite d'Altenkirchen.* (Id., p. 535 à 550.)

Minéral des plus rares, qui est à la millérite ce que l'augite est à l'ouralite. C'est la substance mère dont s'est

Digitized by Google

formée la millérite par déplacement des molécules. Les deux minéraux ont la même forme cristalline et chimiquement la même formule empirique, mais possèdent des propriétés physiques différentes.

Prismes à 6 faces, rayonnant en faisceaux, reposant sur du quartz blanc cristallisé; quelques prismes sont tordus autour de l'axe d'allongement; presque tous sont striés et cannelés dans le sens de la longueur.

Couleur très irrégulière, soit jaune laiton comme la millérite, soit gris-bleu comme la stibine, jaune sur les faces prismatiques ou les clivages anciens. La cassure présente avec l'éclat métallique une teinte gris-bleu.

L'analyse a donné :

1°	Soufre. . .	35,692	2°	Soufre. . .	35,479
	Fer	0,851		Fer	64,881
	Nickel. . .	61,046		Nickel. . .	
	Cobalt. . .	2,016		Cobalt. . .	
		99,605			100,360

ce qui conduit à la formule : (Ni, Co, Fe) S.

Il est à remarquer que la beyrichite (RS) est souvent mélangée de polydimite (R^4S^5), qui a presque la même couleur.

Poids spécifique 4,699. Dureté : entre calcite et fluorine.

Forme cristalline rhomboédrique : même forme que la millérite; souvent aussi maclé suivant $a^1(0001)$.

Faces observées :

$$d^1(11\bar{2}0),\ e^2(10\bar{1}0),\ p(10\bar{1}1),\ a^4(10\bar{1}2) \text{ et } (41\bar{5}0).$$

Le rapport des axes varie suivant les cristaux et quelquefois sur le même cristal.

L'auteur propose :

$$a : c = 1 : 0{,}327707$$

celui de la millérite étant : 1 : 0,329549.

Digitized by Google

Il y a donc accord complet au point de vue de la forme cristalline.

Il en est de même pour les clivages, qui sont suivant b^1 $(01\bar{1}2)$ et p $(10\bar{1}1)$. Il y a un autre clivage moins parfait suivant d^1 $(11\bar{2}0)$ particulier à la beyrichite, mais seulement dans les cristaux où la transformation en millérite est commencée; ce qui donne à la millérite nouvellement formée une structure fibreuse particulière; c'est ainsi que l'augite ouralitisée devient fibreuse par la production du clivage prismatique de la hornblende.

H. Laspeyres. — *Cobaltine de Siegen, maclée suivant l'octaèdre*. (Id., p. 550-553.)

Cette macle, observée dans la plupart des cristaux de cette localité, est celle des spinelles; il y a soit contact soit pénétration. Les cristaux ainsi maclés sont symétriques par rapport à a^1 (111), mais comme ils sont hémiédriques, il n'y a pas de symétrie par rapport aux faces a^2 (211) normales au plan de macle.

H. Laspeyres. — *Pyrite de Müsen, riche en cobalt et nickel.* (Id., p. 553-555.)

Cristaux qui ne dépassent pas 1 millimètre, d'un brun rouge sombre, presque noirs, avec reflet métallique; à l'intérieur, couleur jaune de la pyrite, mais plus sombre. La plupart n'ont que les faces a^1 (111); l'analyse a donné :

Soufre. . . .	51,35
Fer.	42,68
Cobalt	1,97
Nickel	4 13
	100,13

d'où, en molécules, pour rapport du soufre au métal, $\frac{1,851}{1}$.

Digitized by Google

L'auteur suppose que le cristal de pyrite a pu s'accroître d'un dépôt de polydymite effectué sur sa surface.

E. Porcher.

Armand Gautier. — *Sur un gisement de phosphates de chaux et d'alumine contenant des espèces rares ou nouvelles et sur la genèse des phosphates et nitres naturels*. (Annales des Mines, janv. 1894, p. 1-53).

M. A. Gautier a fait une étude très étendue des matériaux remplissant les grottes qui se trouvent sur les rives de la Cesse (Aude) et dont la principale porte le nom de *grotte de Minerve* ou de *la Coquille*. Ce sont des phosphates mélangés souvent à de l'argile, de la silice, etc., et qui forment :

1° Un nouveau type de phosphorite constitué par un mélange de phosphate tribasique de chaux et de phosphate d'alumine;

2° Un minéral nouveau, la *minervite*;

3° Un minéral qu'on n'avait signalé que dans les guanos-rocheux des îles Ovas et Sombrero des petites Antilles, la *brushite*.

1. *Nouveau type de phosphorites*. Cette roche se rencontre à trois ou quatre mètres au-dessous du sol de la grotte de Minerve et forme une couche d'une épaisseur de deux à neuf mètres. Les phosphates de chaux et d'alumine sont en proportions variables suivant les différents points et sont associés à du fluorure de calcium $CaFl^2$, dans la proportion de 8,2 p. 0/0;

2. *Minervite*. Le phosphate d'alumine se trouve en certains points sans mélange de phosphate de chaux et forme même un filon, non loin de l'entrée de la grotte, de $0^m,50$ à

Digitized by Google

$0^m,80$ d'épaisseur. Ce filon est rempli par une substance blanche, après qu'elle est restée longtemps à l'air. Sa poudre, examinée au microscope, paraît formée de grains cristallins très ténus, de prismes rhomboïdaux et de lamelles en hexagones réguliers ou triangles équilatéraux à extrémités angulaires tronqués.

L'analyse de cette matière prise en deux points différents après perte de l'humidité ambiante :

	I	II
Eau perdue jusqu'à 180°.	21,40	22,74
Eau perdue de 180°, au rouge avec un peu de matière organique azotée.	7,89	5,92
Sable quartzeux	0,36	7,38
Argile	11,14	
Phosphate d'alumine P^2O^5, Al^2O^3	52,35	57,30
Excès d'alumine soluble dans les acides. .	4,71	3,10
Phosphate ferrique P^2O^5, Fe^2O^3	0,24	0,41
Phosphate de magnésie $P^2O^5, 3MgO$. . . .	trace	1,17
Fluorure de calcium	2	2,29
Chlore, SO^3.	trace	trace
	100,09	100,31

Le phosphate d'alumine, qui forme d'après cette analyse la plus grande partie de la matière remplissant le filon, répond à la formule $P^2O^5, Al^2O^3, 7H^2O$ lorsqu'on tient compte de son eau de constitution.

3. La *brushite* ou phosphate bibasique de chaux $PO^4CaH, 2H^2O$ a été recueillie sur le sol et dans les fissures de certaines galeries de la grotte de Minerve (galeries des Tribunes; Tête de cheval, etc.).

Lorsqu'elle est la plus pure forme une farine à peu près blanche brillante, presque entièrement composée, lorsqu'on l'examine au microscope, de minces lamelles trian-

Digitized by Google

gulaires cassées ou tronquées, mais à vives arêtes reproduisant fréquemment l'angle de 38°, plus rarement celui de 110°.

Le travail de M. Armand Gautier se termine par un très intéressant chapitre sur l'origine des phosphates et des nitrates naturels. L'acide phosphorique de la grotte de Minerve est d'origine animale. Il se forme d'abord du phosphate d'ammoniaque et du phosphate de chaux. L'ammoniaque provient de la décomposition bactérienne puis de l'oxydation des matières azotées animales ou végétales. Ce phosphate d'ammoniaque tribasique se transforme en phosphate biammoniacal au contact de l'air. Le phosphate biammoniacal agit sur le calcaire et donne du phosphate bibasique ou tribasique de chaux (*brushite*) et de carbonate d'ammoniaque.

$$PO^4(AzH^4)^3H + CO^3Ca = PO^4CaH + CO^3(AzH^4)^2.$$

Le carbonate d'ammoniaque s'oxyde aux dépens du ferment nitrique et donne du nitrate de chaux. Le nitrate de chaux est dissous par les eaux et emporté. S'il rencontre du chlorure de sodium, il se forme alors du nitrate de soude et c'est de cette façon que s'est produit le nitre du Chili et du Pérou.

Le phosphate d'alumine s'est formé par l'action du phosphate d'ammoniaque sur une couche voisine d'hydrargilite ou d'argile.

Les phosphates de fer résultent aussi de l'action du phosphate d'ammoniaque sur le carbonate ferreux.

Le phosphate de chaux ne provient donc pas des os. Ceux-ci se sont conservés intacts et la grotte de Minerve l'action des phosphates ammoniacaux, provenant des tissus mous des animaux ensevelis dans la grotte, sur la roche est évidente. Partout où les eaux ont pu séjourner, les

Digitized by Google

parois nummulitiques ont été transformées en phosphates sur une épaisseur de quelques millimètres. Les croutes analysées ont la composition moyenne suivante :

Eau et traces de matières organiques. .	24,99
Calcaire.	3,13
Argile et silice.	5,56
Phosphate tribasique de chaux	58,66
Phosphate bicalsique SO^4CaH	5,12
Fluorure de calcium.	1,41
Sulfate de chaux	très sensible.

W.-S. Yeates. — *Plattnerite, and its occurrence near Mullan Idaho, with crystallographic Notes by* Edward F. Ayres. (*American Journal of science*, t. XLIII, 1892, p. 407).

La plattnérite analysée par M. W.-S. Yeates, renferme :

Plomb	83,20
Argent	trace
Cuivre	0,14
(Fe.Al)	1,20
Oxygène	12,93
Résidu	0,82
Total.	98.22

En négligeant les impuretés, la composition de la plattnérite est :

Plomb	85,55
Oxygène	13,45

et répondrait à la formule PbO^2.

Les cristaux, quadratiques, sont isomorphes de la cassitérite, du rutile et de la polianite (MnO^2). Le rapport des axes est

1 : 0,67643.

Digitized by Google

F.-W. Clarke. — *Note on the Constitution of Ptilolite and Mordenite* (Id. tome XLIV, p. 101).

La composition des ptilolites de Mountain Green, de Silver Cliff et de la mordenite est donnée par la formule générale suivante :

$$Al^2 (Si^2O^5)^5 R'^4 + n\, H^2O.$$

On peut avoir :

1 $Al^2 (Si^2O^5)^5 Ca H^2.3 H^2O$
2 $Al^2 (Si^2O^5)^5 Ca H^2.6 H^2O$
3 $Al^2 (Si^2O^5) K^2 H^2.6 H^2O$
4 $Al^2 (Si^2O^5) Na^2H^2.6 H^2O$.

La ptilolite de Mt Green correspondrait au mélange des deux sels 1 et 3 dans le rapport de $\frac{3}{2}$, celui de Silver Cliff au mélange des sels 2 et 4 dans le rapport de 1 : 1, et la mordénite serait formée des sels 2,3,4 dans le rapport 1,1,1.

S.-L. Penfield. — *Notes on the Crystalline form of* Rb Cl, HIO^3 *and* Cs Cl, HIO^3 (Id. tome XLIV, p. 132).

Le composé Rb Cl, HIO^3 est monoclinique.

Le rapport des axes est 0,9830 : 1 : 0,7577 $\widehat{mp} = 87°56'$.

Cs Cl, HIO^3 est aussi monoclinique et le rapport des axes est : 0,9963 : 1 : 0,7698 $\widehat{mp} = 89°53'\frac{1}{2}$.

Paul Gaubert.

Le Secrétaire, gérant,
Paul GAUBERT.

Paris. — Imp. CHAIX (Succ. B), rue de la Ste-Chapelle, 5. — 1094-94.

Digitized by Google

La Société française de Minéralogie vient d'avoir la douleur de perdre un de ses membres les plus éminents : M. Mallard est mort subitement le 6 juillet.

La Société était représentée aux obsèques de notre illustre et regretté collègue, par le Bureau et plusieurs Membres.

Après le service religieux, des discours ont été prononcés par M. Daubrée, au nom de l'Académie des Sciences; par M. Linder, au nom du Corps des Mines; par M. Haton de la Goupillière, au nom de l'Écoles des Mines. M. Michel Lévy, au nom de la Société française de Minéralogie, a prononcé les paroles suivantes :

Messieurs,

J'ai la douloureuse mission d'adresser, au nom de la Société française de Minéralogie, un dernier hommage et un dernier adieu au savant illustre qu'elle était fière de compter parmi ses fondateurs.

Notre Société date de 1878; dès 1879, M. Mallard était appelé à la présider par le vœu unanime de ses confrères et de ses disciples, et depuis lors, il n'a cessé de joindre ses efforts à ceux de notre vénéré maître, M. Des Cloizeaux, pour assurer la prospérité de l'œuvre dont ils avaient fondé les bases d'un commun accord.

Digitized by Google

C'est donc un témoignage de reconnaissance que nous devons d'abord à M. Mallard; c'est aussi l'expression de notre profonde admiration pour ses travaux minéralogiques dont l'éclat a si souvent rejailli sur nos propres publications.

Depuis longtemps, l'attention des savants avait été appelée sur de singulières anomalies optiques qui se présentaient en contradiction apparente avec les formes extérieures et la symétrie cristallographique de certains minéraux. Dès 1841, Biot avait consacré à ces anomalies un mémoire étendu et sa conclusion avait consisté à assimiler l'édifice cristallin des minéraux anomaux aux piles de glaces.

D'autres savants, appartenant notamment à l'École allemande, recouraient aux phénomènes de trempe et de tension inégale des corps colloïdes.

Le problème était des plus ardus; l'insuffisance des explications proposées éclatait à chaque fait nouveau d'observation dont s'enrichissait la science, quand, en 1876, dans un mémoire magistral, M. Mallard fit jaillir la lumière dans les ténèbres et résolut le problème en le ramenant à l'étude approfondie des groupements, dont les macles sont un cas particulier.

S'élevant sans effort à une haute conception philosophique, il a montré que tout se réduit en somme à la tendance naturelle des corps vers une symétrie extérieure plus grande que celle qui résulterait de leur propre réseau, s'il n'y avait pas de groupement.

Dès lors, la Société française de Minéralogie a pu assister à une série de discussions qui rappelaient par plus d'un côté la lutte mémorable soutenue jadis par Fresnel dans une autre enceinte.

Digitized by Google

M. Mallard en est sorti, lui aussi, définitivement triomphant et ses collègues ont eu, maintes fois, l'occasion de constater que, comme tous les vrais savants, il avait le triomphe modeste; chez lui, la fermeté et la décision dans les idées s'alliaient aux formes les plus courtoises et à la plus sincère bienveillance.

Pourquoi faut-il que cette brillante carrière ait été si prématurément et si subitement arrêtée? Nos regrets et notre affliction se confondent avec le deuil de la France savante; puissent-ils adoucir la douleur de la famille de notre illustre et regretté collègue!

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1894. — BULLETIN N° 6.

Compte rendu de la séance du 14 Juin 1894.

PRÉSIDENCE DE M. MICHEL LÉVY.

M. le Président proclame membres de la Société :

M. le Dr Reinhard Brauns, professeur de minéralogie à l'École polytechnique de Karlruhe, Kaiserstrasse, 54, présenté par MM. Max Bauer et E. Mallard.

M. Le Blanc, 10, rue Dauphine, Paris, présenté par MM. L. Michel et Dutremblay-Dumay.

M. le professeur A. Schrauf adresse à la Société ses remerciements pour sa nomination de membre honoraire.

M. MICHEL LÉVY présente à la Société son ouvrage : Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces au point de vue de la classification des roches.

Digitized by Google

M. Daubrée informe la Société que M. Gustave Nordenskiöld avait l'intention de continuer cette année les recherches sur les cristaux de neige qui ont été publiées par le *Bulletin de la Societé minéralogique*. Les excellents appareils qu'il avait fait construire exprès n'ont pu être mis à profit, à cause de la douceur de l'hiver, et il a dû remettre ses études à l'année prochaine.

Cependant, quelques photographies très intéressantes et assez énigmatiques ont pu être obtenues. L'auteur en transmet trois : le numéro 1 montre un cristal entier faiblement agrandi, le numéro 2 sa partie centrale et le numéro 3 la base d'une des branches latérales sur des agrandissements plus forts.

M. Jannettaz développe une méthode de calcul, qui permet de déterminer la position de l'ellipsoïde de propagation de la chaleur dans les cristaux du système asymétrique.

Étant donnée l'équation de l'ellipsoïde rapporté à son centre

$$Ax^2 + A'y^2 + A''z^2 + 2Byz + 2B'xz + 2B''xy = 1.$$

Une première plaque fait connaître les coefficients A et A', A étant posé $= 1$. Pour cette plaque prise pour plan des xy, $B'' = 0$, il ne reste plus à déterminer que les coefficients A'', B et B' ; ce qu'on peut faire aisément au moyen de deux plaques, dont les plans sont perpendiculaires à celui de la première et passent par ses axes. On détermine l'orientation et la grandeur relative des axes de la deuxième et de la troisième plaque à l'aide de l'ellipsomètre décrit dans le *Bulletin* (1). M. Jannettaz a pris comme premier exercice de détermination un échantillon d'oligoclase, qui lui a été donné comme venant du Mexique et qui présente des régions sans groupements.

(1) *Bull. Soc. Min.*, t. XV, p. 237, et t. XVI, p. 205.

Digitized by Google

Sur la composition de l'apophyllite (1).

Par M. Charles Friedel.

La formule chimique de l'apophyllite n'est pas établie d'une manière certaine, malgré les nombreuses analyses qui ont été faites de ce minéral. Depuis que Berzélius y a signalé la présence du fluor, les chimistes qui l'ont analysé y ont trouvé des quantités variables de cet élément et tout récemment M. Gentil (2) a reconnu que l'apophyllite de Bou Serdoun, près de Collo (Algérie), n'en renferme pas du tout.

Or, si l'on admet que dans l'apophyllite le potassium est saturé par le fluor, on peut construire une formule qui s'accorde suffisamment bien avec les analyses et qui présente une analogie séduisante avec celles que l'on a été conduit à attribuer à la sodalithe, à la noséane, à la cancrinite, dans lesquelles on voit un silicate uni à un chlorure, un sulfate, un carbonate alcalins.

Cette formule serait :

$$4\,Si^2O^7CaH^4 + KFl$$

ou

$$8\,SiO^2\ 4\,CaO\ 8\,H^2O\ KFl$$

qui exige

SiO^2	=	52.98
CaO	=	24.72
H^2O	=	15.88
K^2O	=	5.18
Fl	=	2.09
		100.85

Naturellement cette formule devrait être rejetée si le fluor, ou les éléments pouvant le remplacer, manquaient

(1) Communication faite dans la séance d'avril. Manuscrit déposé au Secrétariat le 2 juin, épreuve corrigée le 12 juin.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 369. M. Gentil s'est servi pour la recherche du fluor de la méthode de M. Carnot.

Digitized by Google

dans certaines variétés d'apophyllite. Je me suis donc proposé de vérifier l'affirmation de M. Gentil et la manière la plus simple de le faire était de chauffer une certaine quantité du minéral dans un tube d'essai pour s'assurer si l'eau dégagée était acide, ce qui devait être si la matière renfermait du fluor et perdait du fluorure du silicium à la calcination. C'est d'ailleurs un caractère que les traités de minéralogie s'accordent à attribuer à l'apophyllite.

A mon grand étonnement, ayant chauffé ainsi de l'apophyllite de Collo, dont j'avais à ma disposition plusieurs beaux échantillons grâce à la libéralité de M. Gentil, j'ai vu bleuir fortement le papier de tournesol placé à l'entrée du tube d'essai et j'ai senti une odeur ammoniacale légèrement pyridique ; de plus, en recueillant l'eau alcaline condensée sur les parois du tube et en la traitant par le chlorure de platine, j'ai obtenu un chloroplatinate en petits octaèdres jaunes monoréfringents.

J'ai pu constater que l'apophyllite de Bou Serdoun n'était pas la seule à donner cette réaction inattendue et celles d'Andreasberg (Hartz), de Guanajuato (Mexique), du Groënland, de la Nouvelle-Écosse, d'Utœ (Suède) l'ont présenté d'une manière très marquée. La belle apophyllite de Poonah (Inde), par contre, n'agit que très faiblement à la calcination sur le papier de tournesol. Mais tous les échantillons ci-dessus, en y comprenant le dernier, étant réduits en poudre et placés sur du papier de tournesol humecté, font virer très fortement celui-ci au bleu. L'eau en contact avec la poudre d'apophyllite ne devient pas alcaline, au moins d'une manière sensible au tournesol (quoiqu'elle fasse virer la phtaléine du phénol) après un contact de courte durée ; c'est la poudre elle-même qui agit comme fait, par exemple, l'oxyde d'argent précipité et bien lavé.

J'ai reconnu d'ailleurs que beaucoup de zéolithes et même

Digitized by Google

de silicates anhydres donnent une réaction alcaline lorsqu'ils ont été broyés avec de l'eau dans le mortier d'agate; mais cette réaction est beaucoup moins énergique que celle de l'apophyllite. Je l'ai constatée sur la heulandite, la laumonite, l'analcime, l'amphigène, l'orthose, le mica blanc. La célèbre expérience de M. Daubrée sur la décomposition du feldspath par la trituration prolongée avec l'eau peut être répétée en quelques minutes dans un petit mortier d'agate.

Dans le traité de géologie de Credner, on lit d'ailleurs le passage suivant, montrant que des observations analogues sont anciennes déjà: « L'expérience a montré que les feldspaths, l'épidote, le mica, la tourmaline, l'augite, l'hypersthène, la hornblende, l'olivine, la chlorite, le talc, etc., tous minéraux qui semblent insolubles, finement pulvérisés et recouverts d'eau contenant de l'acide carbonique ou même d'eau pure, étaient si vite attaqués par elle que les premières gouttes du liquide filtré montraient les traces d'alcalis ou de bases provenant de ces minéraux ».

Il restait à déterminer la proportion d'ammoniaque contenu dans l'apophyllite et à s'assurer que le gaz alcalin était bien de l'ammoniaque comme cela paraissait certain de prime abord. On a d'abord voulu vérifier si toute l'ammoniaque contenue dans le minéral était chassée par la calcination.

Pour cela, on a chauffé sur une grille à analyse $6^{gr},331$ d'apophyllite de Bou Serdoun dans un tube de verre de Bohême fermé par un bout et en communication par l'autre avec un appareil à trois boules renfermant de l'acide chlorhydrique.

Après avoir chauffé jusqu'au rouge sombre pendant un temps suffisant, on a transformé le chlorhydrate d'ammoniaque en chloroplatinate et obtenu $0^{gr},1114$ de ce sel. Le

Digitized by Google

résidu de la calcination ayant été tenu en contact à l'ébullition avec de la soude dans un petit ballon communiquant à travers un réfrigérant avec un tube à trois boules renfermant de l'acide chlorhydrique, on a obtenu encore 0gr,0695 de chloroplatinate d'ammoniaque, qui correspond en tout à 0,22 0/0 d'ammoniaque.

On voit que toute l'ammoniaque n'est pas chassée par la calcination, et comme il n'était pas sûr que le minéral calciné fût entièrement attaqué par la soude, on a dû opérer autrement pour le dosage de l'ammoniaque totale.

On a attaqué le minéral finement pulvérise dans un petit ballon par l'acide sulfurique étendu; puis on a chassé l'ammoniaque par ébullition avec un excès de soude ajoutée dans le ballon.

On a obtenu ainsi pour 1gr,6617 de matière, 0gr,082 de chloroplatinate d'ammoniaque; ce qui correspond à 0,37 0/0 d'ammoniaque.

En calcinant le chloroplatinate, on a trouvé 0gr,0364 de platine, ce qui correspond à 0,38 0/0 d'ammoniaque. La presque identité des deux nombres trouvés prouve que c'est bien du chloroplatinate d'ammoniaque que l'on avait obtenu.

On a traité de même 0gr,9249 d'apophyllite de Guanajuato et l'on a trouvé 0gr,0612 de chloroplatine, ce qui correspond à 0,51 0/0 d'ammoniaque.

Le minéral de Poonah a donné, comme on pouvait s'y attendre, une proportion bien moindre d'ammoniaque.

1gr,2675 a fourni 0gr,0108 de chloroplatinate, c'est-à-dire 0,065 0/0 d'ammoniaque.

M. Pisani (1), ayant vérifié sur des apophyllites de di-

(1) M. Pisani a observé un notable dégagement d'ammoniaque avec les apophyllites de Patterson N. J. de Bergen Hill, avec l'apophyllite rose d'Andreasberg, avec celle de Cziklova, d'Oravitza (Banat), du Mexique, un dégagement insensible avec celles d'Écosse (sur basalte), de Chester C°, et avec la variété albine (sur phonolithe).

Digitized by Google

verses provenances la réaction alcaline, pour la plupart, et neutre pour deux ou trois localités, a observé qu'un échantillon provenant de Feroe, qui était en sa possession, dégageait à la calcination une eau acide. Il a bien voulu me remettre cet échantillon que j'ai trouvé d'ailleurs identique avec plusieurs autres de la même localité appartenant à la collection de l'École des Mines. Dans les uns et les autres, l'apophyllite est accompagnée d'une calcite d'un brun grisâtre, en rhomboèdres cuboïdes, qui devient phosphorescente lorsqu'on la chauffe.

Un des échantillons de l'École des Mines a donné, lui aussi, une eau acide à la calcination. J'ai d'abord traité 1gr,763 d'apophyllite de Feroe par l'acide sulfurique concentré pour y chercher le fluor. L'eau dans laquelle passait l'air aspiré à travers l'appareil s'est trouvée, à la fin de l'opération, légèrement acide, mais si peu qu'il a suffi d'une très petite quantité d'ammoniaque qui était restée à l'extrémité d'une baguette de verre pour lui donner une forte réaction alcaline. Il n'y avait pas trace de silice dans l'eau : l'ammoniaque n'y a rien précipité.

Ayant reconnu que l'eau acide obtenue par la calcination de l'apophyllite renfermait de l'ammoniaque à côté de l'excès d'acide, on a employé la même matière qui avait servi pour la recherche du fluor à un dosage d'ammoniaque. Par l'action de la soude, on a volatilisé une quantité d'ammoniaque qui a fourni 0gr,0077 de chloroplatinate, ce qui correspond à 0,033 0/0.

L'ammoniaque paraît donc entrer toujours dans la composition de l'apophyllite, quoique en des proportions très variables.

Mais sous quelle forme y est-elle contenue? Il ne semble pas que l'on puisse admettre plus que pour le potassium que ce soit à l'état de fluorure. En effet, l'apophyllite de

Digitized by Google

Bou Serdoun n'a pas donné trace d'acide volatil par l'action de l'acide sulfurique concentré et les essais faits avec les minéraux de Utö, ou d'Andreasberg, signalés par Berzélius et par M. Rammelsberg comme renfermant du fluor, n'ont donné, comme celui portant sur l'échantillon de Feroe, que des traces d'acide. Cet acide n'était ni de l'acide sulfurique ayant pu être entraîné mécaniquement, ni de l'acide azotique, ainsi qu'on s'en est assuré par la réaction si sensible de la diphénylamine.

Quant à l'acide fluorhydrique ou fluosilicique, s'il y en avait, c'était une quantité extrêmement faible; on n'a jamais constaté de dépôt de silice, pas même dans les tubes où l'on a calciné le minéral et où le fluorure de silicium se dégageant en même temps que l'eau, aurait dû en laisser, s'il y avait eu du fluor dans le minéral. On n'a trouvé non plus d'acide phosphorique, ni d'acide borique, mais l'eau légèrement acide obtenue par calcination s'est légèrement troublée avec l'azotate d'argent, ce qui peut indiquer la présence d'une très petite quantité d'acide chlorhydrique.

Comment mettre ces résultats d'accord avec les analyses de Berzélius, de M. Rammelsberg et d'autres qui indiquent des quantités notables de fluor allant jusqu'à près de 2 0/0.

Si l'on se reporte au mémoire dans lequel Berzélius a annoncé la présence du fluor dans l'apophyllite [1], on voit qu'il y rend compte de l'action de l'ammoniaque sur le fluosilicate de calcium obtenu en dissolvant du fluorure de calcium mélangé de silice dans l'acide chlorhydrique étendu à froid.

En ajoutant du chlorure de calcium, puis de l'ammoniaque caustique, il a obtenu un précipité qui a donné à l'analyse pour la silice, la chaux et le fluor des nombres tels que :

(1) *Poggend. Ann.*, t. I, p. 203, 1824.

Digitized by Google

« le tout, ajoute Berzélius, qui est plus vraisemblablement une combinaison, un véritable fluosilicate qu'un simple mélange, forme un composé renfermant un atome de bisilicate de calcium pour trois (demi) atomes de fluorure de calcium. C'est la même combinaison qu'on obtient lorsqu'on dissout l'apophyllite dans l'acide azotique ou chlorhydrique froids et qu'on précipite sur l'ammoniaque; combinaison qui a été considérée comme de l'alumine par beaucoup de chimistes. »

M. Rammelsberg (1), s'occupant de l'analyse de l'apophyllite, rappelle cette observation de Berzélius, auquel l'apophyllite d'Utö avait donné 4,82 0/0 de la combinaison

$$2\ SiO^2CaO,\ 3\ CaFl^2$$

et dit que lui-même a obtenu avec le minéral de la même localité seulement 0,75 et 2,32 0/0, et avec celui d'Andreasberg 3,43 et 4,01 0/0, ce qui correspond, pour le fluor, à 1,54 (Berz.), 0,24 (R.), 0,74 (R.) pour le minéral d'Utö et 1,09 (R.) et 1,28 (R.) pour celui d'Andreasberg.

Il ajoute que la méthode de Wöhler pour le dosage du fluor ne lui a donné pour le minéral d'Utö que 0,46 0/0 et encore moins dans une autre expérience. Il attribue ces divergences aux méthodes d'analyse.

Enfin M. Reakirt (2) a analysé une apophyllite de Fundy-Bay (Nouvelle-Écosse) et y a trouvé 1,79 et 1,63 de fluor. Celui-ci a été dosé à l'état de fluorure de calcium, après que la matière ayant été attaquée par fusion avec le carbonate de sodium et reprise par l'eau, on eut dans la solution filtrée précipité la silice par le carbonate d'ammoniaque. Dans la liqueur séparée de la silice par filtration, on a précipité par le chlorure de calcium un mélange de fluorure et

(1) *Poggendorff's Annalen*, t. 68, p. 506, 1828.
(2) *American Journ. of Sc.*, t. 16, p. 84, 1853.

Digitized by Google

de carbonate de calcium, qu'on a séparés, après calcination, par l'acide acétique.

Aucun des procédés décrits ne me semble donner une certitude absolue de la présence du fluor; celle-ci ne paraît avoir été démontrée par aucune expérience directe; l'élément a été dosé sous la forme de précipités qui pouvaient renfermer autre chose que ce qu'on y supposait.

Je me suis assuré d'ailleurs, par une expérience directe, qu'en suivant le procédé indiqué par M. Reakirt, le résidu du traitement par l'acide acétique du précipité ainsi formé de carbonate et de fluorure de calcium renferme beaucoup de silice.

Quoi qu'il en soit, et même si certaines variétés d'apophyllites renfermaient des traces de fluor, elles n'en renfermeraient pas assez pour pouvoir justifier la formule donnée en commençant. On a cherché en vain un autre acide qui aurait pu être combiné au potassium et l'on en est réduit à admettre que l'on a affaire à un silicate de calcium et de potassium hydraté, dans lequel ces derniers éléments sont dans un rapport sensiblement constant. L'ammoniaque remplace-t-elle une partie du potassium? c'est ce qu'il est difficile de décider en raison de la petite quantité de ce corps contenue dans l'apophyllite.

Quant à la formule à attribuer au minéral, en raison de la constance de la proportion du potassium, on ne peut guère considérer celle-ci comme remplaçant une partie du calcium. D'ailleurs la formule $Si^2O^7 (CaK^2) H^4$ admise par certains minéralogistes ne s'accorde pas avec les analyses et exigerait une proportion du silice plus forte, 56 au lieu de 52-53 0/0.

On arrive à mieux représenter les analyses par la formule

$$4\ Si^2O^7\ CaH^4 + KOH$$

qui exige

$Si^2O^7 = 53.09$; $CaO = 24.77$; $K^2O = 5.19$; $H^2O = 16.92$;

Digitized by Google

mais si l'on est bien forcé d'admettre dans la sodalite, la cancrinite et la noséane, l'union d'un sel alcalin avec trois molécules d'un silicate d'alumine et d'alcali, il répugne un peu à nos idées de faire jouer un rôle analogue à la potasse en présence d'un silicate aussi acide.

Nous ne trancherons donc pas la question, pensant que des recherches ultérieures à cet égard sont encore nécessaires.

M. Ch. Friedel fait la communication suivante :

Sur une Martite artificielle.

Par M. Charles Friedel.

Après de longues discussions sur la martite, les minéralogistes se sont mis généralement d'accord pour la considérer comme une pseudomorphose de la magnétite en hématite.

Il est facile de réaliser artificiellement la transformation de la première substance dans la deuxième tout en conservant la forme cristalline. Pour cela, il suffit de prendre les cristaux de magnétite et de les chauffer à l'air pendant un temps assez long à un rouge très vif. Ayant chauffé huit cristaux de magnétite, pesant ensemble 0,4499, dans un creuset de platine ouvert, sur la flamme d'un bec de Bunsen, pendant quelque temps, je n'ai observé aucun changement de poids; mais ayant remplacé le bec de Bunsen par un chalumeau alimenté au moyen d'une trompe, j'ai constaté que le poids allait en croissant; après 4 ou 5 heures l'augmentation de poids s'est arrêtée à 0,0158; celle que donne le calcul pour la transformation de Fe^3O^4 en Fe^2O^3 est de 0,0155. Les cristaux ont un peu changé d'aspect, leur

Digitized by Google

surface est devenue légèrement rugueuse ; la couleur a passé du noir au gris ; la première est devenue rouge de noire qu'elle était, et les cristaux qui étaient fortement attirables à l'aimant ne le sont plus, même lorsqu'on les réduit en petits fragments.

Il y a donc eu, dans ces conditions, transformation de la magnétite en hématite et par suite production de martite. On peut d'ailleurs imaginer beaucoup d'autres manières de produire de pareilles pseudomorphoses et de manières se rapprochant sans doute davantage des procédés naturels.

M. Damour lit la communication suivante :

Nouveaux essais et analyses sur la fiorite.

Par M. A. Damour.

On désigne sous le nom le fiorite, tiré du lieu de provenance (1), une matière siliceuse qui se présente sous forme de concrétions fistuleuses ou mamelonnées. J'en ai décrit les principaux caractères en 1840 (*Annales des Mines*, 3e série, t. XVII). A cette époque, j'avais constaté que ce minéral, presque entièrement formé de silice, renfermait du fluor, à l'état d'acide fluosilicique, très probablement.

M'étant procuré récemment des échantillons de cette matière, j'y ai reconnu quelques nouveaux caractères que je n'avais pas signalés autrefois.

La fiorite se montre sous deux variétés d'aspect différent. L'une blanchâtre, translucide avec éclat satiné et perlé ; l'autre également blanche, mais opaque et sans éclat. Toutes deux séparément, étant chauffées au rouge naissant dans un tube de verre, laissent dégager un peu

(1) Santa Fiora, en Toscane.

Digitized by Google

d'eau acide; le verre se trouve alors dépoli au contact des fragments calcinés.

La florite à éclat perlé a pour densité le nombre 2,17.

La florite blanc mat : = 2,19.

Réduites en poudre fine et humectées d'eau, toutes deux rougissent le papier bleu de tournesol. Cette propriété est plus accentuée sur la variété blanche opaque.

Lorsqu'on chauffe au rouge vif, dans un creuset de platine, la florite perlée, après l'avoir réduite en petits fragments, ceux-ci se gonflent et deviennent un peu adhérents entre eux. Ce caractère ne se montre pas sur la variété opaque.

Avant comme après calcination, chacune des variétés étant réduite en poudre très fine se laisse en presque totalité dissoudre dans une lessive bouillante de potasse caustique.

Mises en digestion dans l'acide fluorhydrique, elles sont rapidement dissoutes, passant à l'état d'acide fluosilicique, qui se volatilise par l'effet de la chaleur, ne laissant qu'un faible résidu alumineux et ferrique.

L'analyse a donné pour la variété perlée :

Silice.	0,9670	
Eau et fluoride silicique . .	0,0290	(par calcination).
Alumine et oxyde ferrique.	0,0040	
	1,0000	

La variété opaque a donné :

Silice.	0,9659	
Eau et fluoride silicique . .	0,0310	(par calcination).
Alumine et oxyde ferrique.	0,0031	
	1,0000	

On sait qu'en faisant passer à travers une couche d'eau, du gaz fluosilicique, il se dépose immédiatement de la silice gélatineuse, affectant parfois la forme de cylindre fistuleux.

Digitized by Google

La fiorite a pu se former dans des conditions analogues, puis acquérir, soit par l'effet du temps, soit sous des influences non encore réalisées dans les laboratoires, la dureté et la solidité qui la caractérisent, et retenir aussi des inclusions d'acide fluosilicique.

14 Juin 1894.

M. Lavenir présente la communication suivante :

Sur la variation des propriétés optiques dans les mélanges de Sels isomorphes.

Par M. A. Lavenir.

CHAPITRE PREMIER

INTRODUCTION

Les variations des propriétés optiques, dans les mélanges de sels isomorphes, ont été jusqu'à présent l'objet d'un assez grand nombre de travaux.

Sénarmont (1), le premier, étudia les propriétés optiques de sels géométriquement isomorphes et celles de quelques cristaux mixtes formés par le mélange de ceux-ci. Il constata que des cristaux géométriquement isomorphes pouvaient avoir des propriétés optiques très différentes. Pour les mélanges, il trouva que les propriétés optiques variaient avec la composition chimique du sel mixte; mais, ses expériences étant purement qualitatives, il n'en déduisit aucune loi sur cette variation.

Les premiers résultats quantitatifs ont été donnés par M. Dufet (2).

(1) *Annales de Phys. et Chim.*, 1851, 3e série, t. XXXIII, p. 391.
(2) *Bull. Soc. Min.*, 1878, t. I, p. 58.

Digitized by Google

Ses recherches portèrent sur l'étude simultanée de la composition chimique et de l'indice moyen de mélanges de sulfate de nickel et de sulfate de magnésie.

Il trouva que cet indice moyen était donné par la formule

$$N = \frac{pn + p'n'}{p + p'}$$

en appelant n et n' les indices moyens des deux corps isomorphes, p et p' le nombre de molécules de chacun des corps entrant dans le mélange. Cette loi expérimentale n'était autre que la loi de Gladstone sur la constance de l'énergie réfractive dans les mélanges, appliquée aux corps solides.

Les indices mesurés et les indices calculés par cette formule diffèrent en moyenne de 5 unités du 4e ordre décimal. Ces différences tiennent à deux causes: les indices mesurés par la méthode du prisme, ne sont connus, dans ces expériences, qu'à une unité du 4e ordre décimal; d'autre part, l'erreur relative sur les coefficients p et p' est au moins égale à $\frac{1}{1000}$. Les différences trouvées sont donc de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience.

L'année suivante, M. Wyrouboff (1), continuant les recherches de Senarmont et de M. des Cloizeaux, publia deux mémoires sur l'isomorphisme: il étudia les modifications que subissent les axes optiques dans leur orientation et leur valeur dans les mélanges de corps possédant la même composition avec des formes diverses, ou la même forme avec une composition différente.

M. Wyrouboff ne tire aucune loi quantitative de ses expériences.

(1) *Bull. Soc. Min.*, 1879, t. II, p. 91 e 170.

Digitized by Google

« Il importe, dit-il en terminant, de reprendre la question au point de vue plus spécialement physique, et de voir si les variations directement données par l'expérience, ne se calculent pas par des formules connues. »

Les résultats des expériences de M. Wyrouboff furent soumis au calcul par M. Mallard (1).

Dans un travail antérieur (2), ce savant avait étudié la question au point de vue théorique. L'hypothèse dont il était parti consistait à admettre que, lorsque dans un milieu composé de portions très petites d'autres milieux cristallins, il se produit une vibration lumineuse, la force élastique qu'engendre cette vibration est la résultante de celles qu'elle engendrerait dans chacun des milieux composants.

Appliquant cette hypothèse aux mélanges de sels isomorphes, M. Mallard trouva des formules générales permettant de déduire, de la connaissance des propriétés optiques de deux ou plusieurs substances isomorphes, celle des propriétés optiques d'un cristal contenant des proportions connues de chacune de ces substances. Ces formules sont les suivantes :

$$\begin{cases} A^2 = u_k\, a_k^2 + u_n\, a_n^2 \\ B^2 = u_k\, b_k^2 + u_n\, b_n^2 \\ C^2 = u_k\, b_k^2 + u_n\, c_n^2 \end{cases}$$

en appelant $a_k\ b_k\ c_k$, $a_n\ b_n\ c_n$, les axes d'élasticité de chacun des cristaux simples constituant le mélange : A, B, C les axes d'élasticité du cristal composé ; u_k et u_n le

(1) *Bull. Soc. Min.*, 1880, t. III.
(2) *Annales des Mines*, 6e série, 1876, t. X.

Digitized by Google

nombre de molécules de chacun des cristaux simples qui se trouvent dans 100 molécules du cristal composé (1).

M. Mallard appliqua ces formules à deux mélanges, sulfate de potasse et sulfate d'ammoniaque d'une part, et sulfate de potasse et chromate de potasse de l'autre. Dans ses expériences, M. Wyrouboff avait mesuré l'angle des axes de différents mélanges dont il avait déterminé la composition. Partant des indices connus de chacun des corps, et empruntant aux expériences de M. Wyrouboff les valeurs de u_n et u_k, M. Mallard déduisit de ses formules les valeurs de A, B, C correspondantes à chacun des mélanges; connaissant A, B, C il calcula l'angle des axes et compara les résultats de son calcul à ceux de l'expérience. Les différences furent trouvées de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience; malheureusement ces erreurs, comme l'a montré M. Mallard, peuvent atteindre 5° pour l'angle des axes.

Si l'on recommence, du reste, le même calcul, en se servant non plus des formules de M. Mallard, mais de celles de M. Dufet, très différentes en apparence, on constate que les résultats trouvés rendent compte des expériences de M. Wyrouboff au même degré d'exactitude.

En présence de ces résultats, M. Dufet (2) reprit des expériences sur les mélanges de sulfate de zinc et de sulfate de magnésie; il mesura les trois indices avec une approximation beaucoup plus grande que dans les précédentes expériences; il eut aussi une plus grande exactitude dans la composition et la mesure de l'angle des axes. Il conduisit le calcul

(1) Le rapport $\frac{u_k}{u_n}$ est égal au rapport $\frac{p}{p'}$ qui entre dans la formule indiquée par M. Dufet.

(2) *Bulletin Soc. Min.*, t. III, p. 180.

Digitized by Google

comme le précédent, comparant l'angle des axes calculé à l'angle des axes mesuré. Les différences, cette fois, ne furent que de quelques minutes; mais si l'on applique à ces résultats les formules de M. Mallard, on trouve des nombres tout aussi concordants.

Enfin, en 1881, M. Mallard (1) aborda de nouveau la question au point de vue théorique. Supprimant son hypothèse première, il étudia par les lois ordinaires de la double réfraction les modifications optiques qu'introduit, dans un rayon polarisé, la traversée d'un nombre quelconque de lames cristallines superposées et il écrit seulement, dans les formules, la condition que les épaisseurs quelconques de lames superposées et l'épaisseur totale du paquet des lames sont toutes très petites par rapport à la longueur d'onde. Si l'on appelle ε_p l'épaisseur d'une lame et E l'épaisseur totale du paquet, on obtient l'ellipsoïde inverse d'un pareil système par la règle suivante :

On construit autour d'un même point comme centre, avec l'orientation correspondante, les ellipsoïdes inverses de chacune des lames composantes en accroissant les rayons vecteurs de chacun d'eux dans le rapport de ε_p à dE. On porte sur chaque direction de l'espace, à partir du centre, une longueur égale à la somme des rayons vecteurs de chacun des ellipsoïdes qui coïncident avec cette même direction; le lieu des points ainsi obtenu est l'ellipsoïde inverse cherché.

M. Mallard applique cette théorie aux mélanges isomorphes. Si un cristal est formé par le mélange de m_1, m_2, m_3, etc. molécules de divers corps isomorphes, on peut considérer le cristal comme ayant une nouvelle *molécule cristalline* composée de m_1, m_2, etc. molécules de chaque

(1) *Bull. Soc. Min.*, 1881, p. 71, et *Annales des Mines*, 1881.

Digitized by Google

corps composant. Chaque nouvelle molécule se comportera donc comme si elle était un paquet composé de m_1, m_2, m_3 lames cristallines de même épaisseur et de même orientation cristallographique, mais appartenant à chacun des corps composants.

Si l'on admet, comme cela a lieu généralement pour les corps d'un isomorphisme parfait, que les volumes moléculaires des substances isomorphes sont sensiblement égaux, les nombres m_1, m_2, m_3, etc. sont proportionnels aux épaisseurs totales des lames de chacun des composants. Le rapport $\frac{\varepsilon_p}{dE}$ est donc égal dans ce cas à $\frac{m_p}{m_1 + m_2 + \quad m_n}$

Dans le cas où les substances mélangées appartiennent au système orthorhombique, où par conséquent les axes d'élasticité optique de toutes ces substances ont la même direction, chacun des axes de l'ellipsoïde inverse sera la somme des axes des ellipsoïdes composants accrus dans le rapport $\frac{m_p}{\Sigma m}$.

Dans le cas de deux substances d'indices n et n' mélangées dans le rapport de k à k', on aura l'indice du mélange donné par

$$N = \frac{kn}{k + k'} + \frac{k' n'}{k + k'}.$$

On arrive donc par cette nouvelle théorie à la formule trouvée expérimentalement par M. Dufet.

Avant d'aborder l'étude de mes recherches sur la question, je vais montrer pourquoi, jusqu'à présent, il a été impossible de trouver des résultats différents en prenant la première formule de M. Mallard ou celle de M. Dufet.

Si l'on appelle K et K' le nombre de molécules qui entrent dans une molécule du cristal composé n et n' les

Digitized by Google

indices des cristaux composants, la formule de M. Dufet donne pour l'indice du mélange

$$N = Kn + K'n'$$

et la première de M. Mallard

$$\frac{1}{N_1^2} = \frac{K}{n^2} + \frac{K'}{n'^2}$$

je me propose d'évaluer la différence $N - N_1$.

En appelant ε la différence $n - n'$, différence toujours petite dans tous les cristaux étudiés jusqu'à présent, je tire

$$N_1 = \frac{n\,n'}{\sqrt{Kn'^2 + K'n^2}}$$

ou introduisant ε et tenant compte de ce que $K + K' = 1$.

$$N_1 = \frac{n'}{\sqrt{1 - 2K\frac{\varepsilon}{n} + K\frac{\varepsilon^2}{n^2}}}.$$

Pour développer N_1 suivant les puissances de ε, je me servirai de l'égalité connue

$$\frac{1}{\sqrt{1 - 2zx + z^2}} = 1 + X_1 z + X_2 z^2 + \ldots\ldots X_n z^n + \ldots\ldots$$

$X_1 \ldots\ldots X_n$ étant les polynômes de Legendre donnés par la relation

$$X_n = \frac{1}{2^n . 1.2.3 \ldots\ldots n} \frac{d^n}{dx^n} \left(x^2 - 1\right)^n$$

On voit qu'en posant

$$\sqrt{K} = x \qquad \sqrt{K}\,\frac{\varepsilon}{n} = z$$

il vient

$$N_1 = \frac{n'}{\sqrt{1 - 2zx + z^2}} = n' \left[1 + X_1 z + X_2 z^2 + \ldots\ldots\right]$$

Digitized by Google

ou

$$N_1 = n'\left[1 + \sqrt{K}.\sqrt{K}\frac{\varepsilon}{n} + \frac{3K-1}{2}\cdot K\frac{\varepsilon^2}{n^2} + \ldots\ldots\right]$$

ou

$$N_1 = n' + K\varepsilon\frac{n'}{n} + \frac{(3K-1)K}{2}\varepsilon^2\frac{n'}{n^2} + \varepsilon^3 A + \ldots\ldots$$

en appelant A e coefficient de ε^3.

D'autre part

$$N = n' + K\varepsilon$$

d'où

$$N - N_1 = \frac{K\varepsilon^2}{n} - \frac{(3K-1)K}{2}\varepsilon^2\frac{n'}{n^2} - \varepsilon^3 A - \ldots\ldots$$

en réduisant, on a finalement

$$N - N_1 = \frac{3KK'\varepsilon^2}{2n} + \varepsilon^3 B.$$

On voit d'après cette formule que la partie principale de cette différence est

$$\frac{3KK'}{2n}\varepsilon^2$$

$K + K'$ étant constant, le maximum de cette différence aura lieu pour

$$K = K' = \frac{1}{2}$$

n étant toujours environ égal à 1,5, cette différence sera au plus égale à $\frac{\varepsilon^2}{4}$.

Or, dans les expériences précédentes ε est environ 0,02. La différence maxima sera donc d'une unité du quatrième ordre décimal, quantité de l'ordre de grandeur des expériences précitées.

J'ajouterai que ce calcul ne suppose aucune erreur sur les coefficients K et K' : ceux-ci étant donnés par la compo-

Digitized by Google

sition chimique, étaient connus avec une approximation beaucoup moindre que n et n' : il en résultait de ce chef une erreur sur N atteignant certainement plusieurs unités du quatrième ordre, erreur supérieure, par conséquent, à la différence donnée par les deux formules.

J'ai repris la question par une méthode différente, permettant d'arriver à une approximation beaucoup plus grande, et donnant de nombreuses vérifications.

La question se présente de la manière suivante :

Si l'on appelle

$$n_a,\ n_b,\ n_c$$

les indices d'un des sels

$$n'_a,\ n'_b,\ n'_c,$$

les indices de l'autre

$$N_a,\ N_b,\ N_c$$

les indices du mélange, il faut savoir si les indices du mélange sont des fonctions continues des indices des composants; si l'on pose

$$N_a = \varphi\ (n_a\ n'_a)$$
$$N_b = \chi\ (n_b\ n'_b)$$
$$N_c = \psi\ (n_c\ n'_c)$$

il faut voir dans le cas de continuité si les trois fonctions $\varphi\ \chi\ \psi$ sont identiques, enfin quel rapport les coefficients de ces fonctions peuvent avoir avec la composition chimique.

Dans les expériences précédentes, en étudiant la variation de l'angle des axes, on a admis implicitement que les trois fonctions existaient, qu'elles étaient identiques, et l'on a étudié seulement la variation d'une fonction de ces trois fonctions.

Dans le travail qui va suivre, j'ai mesuré séparément les neuf indices des sels composants et du composé. Ces

Digitized by Google

indices ont été mesurés avec une approximation beaucoup plus grande que dans les expériences précédentes en employant les nouveaux appareils fondés sur la réflexion totale. J'ai cherché à relier ces indices par des formules indépendamment de la composition chimique, et enfin j'ai comparé les coefficients trouvés par le calcul, à la composition du mélange trouvée par l'analyse chimique.

Ces recherches ont été faites au laboratoire de minéralogie de l'École normale supérieure sous la direction de M. Dufet. Qu'il me soit permis de remercier ici cet excellent maître des conseils bienveillants qu'il n'a cessé de me donner au cours de ce travail.

Je dois remercier également M. Joly, directeur du laboratoire de chimie à l'École normale supérieure, qui a bien voulu mettre son laboratoire à ma disposition pour la partie chimique de ce travail.

CHAPITRE II

RÉFLECTOMÈTRE DE PULFRICH

Les indices ont été mesurés par la réflexion totale au moyen du réflectomètre de Pulfrich.

Pour la description complète et l'usage de cet appareil, je renverrai aux nombreux mémoires (1) publiés sur la question.

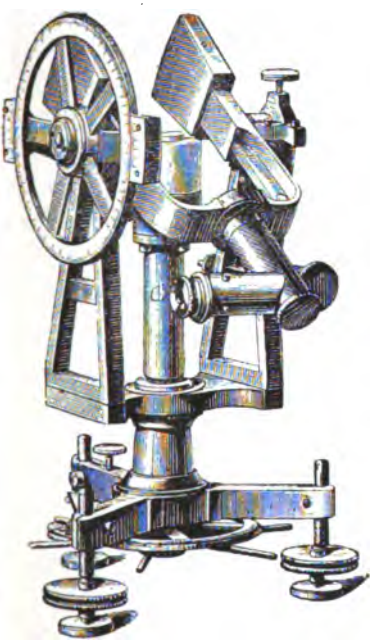
(1) C. Pulfrich. . Ueber die Totalreflexion an doppeltbrechenden Krystallen, N. Jahrb. für Mineralog. Beil, Bd, p. 167-194, 1887.
— Id. — Ein neues Totalreflectometer, Wied. Ann. 30, p. 193, 1887.
— Id. — Das Krystallrefractoscop, ein Demonstrationsinstrument, Wied. Ann. 30, p. 317.
— Id. — Das Total reflectometer und seine Venwerdbarkeit für weisses Licht, Wied. Ann. 30, 487.

Digitized by Google

Je donnerai néanmoins, au sujet de cet appareil, quelques indications sommaires nécessaires à l'intelligence de ce qui va suivre.

§ I. — *Description du réflectomètre.*

Le réflectomètre de Pulfrich se compose essentiellement



C. Pulfrich. . Das Totalreflectometer, Wied. Ann. 31, p. 724, 1887.
— Id. — Ueber eine dem Regenbogen verwandte Erscheinung der Totalreflexion. Wied. Ann. 33, p. 209, 1888.
A. Mülheims. . Ueber eine neue Art der Axenwinkelmessung und über die Bestimmung von Brechnungsexponenten nach der Methode der Totalreflexion. Zeitschr. für Kryst., 14, p. 202, 1888.
H. Dufet. . . Mesure d'indices des différents quartz. *Bull. Soc. Min.*, t. XIII.
A. Lavenir . . Sur la détermination de l'orientation optique dans un cristal quelconque. *Bull. Soc. Min.*, t. XIV, 1891.
H. Dufet. . . Mesures comparatives d'indices par le prisme et la réflexion totale. *Bull. Soc. Min.*, t. XIV.

Digitized by Google

d'un cylindre parfait, en verre très réfringent, dont la partie supérieure est terminée par une face plane rigoureusement perpendiculaire aux génératrices du cylindre.

Ce cylindre est mobile autour de son axe. Un cercle horizontal, gradué en demi-degrés, avec un vernier donnant la minute, permet la mesure de ces rotations.

Le bâtis de l'appareil soutient une lunette coudée dont l'axe optique se meut dans un plan passant par l'axe du cylindre. La lunette entraîne dans sa rotation un cercle, parallèle au plan dans lequel se meut l'axe optique de la lunette. Ce cercle, divisé en tiers de degrés, avec un double vernier donnant les 20″, fournit l'angle de l'axe optique de la lunette avec la face plane du cylindre.

§ 2. — *Mesure des indices.*

Soit un corps monoréfringent d'indice n, inférieur à l'indice N du cylindre. Supposons qu'au moyen d'une goutte

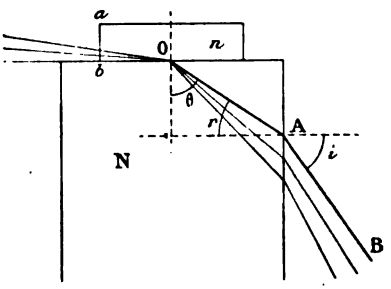


Fig 1.

de liquide (1), nous fassions adhérer, comme l'indique la figure, une face parfaitement plane de ce corps à la face supérieure du cylindre.

(1) Le liquide agissant comme milieu intermédiaire, son indice n'entre pas dans le calcul.

Digitized by Google

Faisons tomber un faisceau de lumière monochromatique, rasant la face supérieure du cylindre. Le faisceau pénètrera dans le cylindre jusqu'à un rayon limite OAB. Si donc l'axe optique de la lunette est dirigé suivant AB,

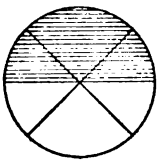


Fig. 2.

le champ de la lunette sera éclairé à la partie inférieure et noir à la partie supérieure, comme l'indique la figure 2. En pointant la lunette sur la ligne de démarcation, on aura la valeur de l'angle i par le cercle vertical de l'appareil.

Or, on a

$$\text{Sin}\ \theta = \frac{n}{N}$$

et

$$\text{Sin}\ i = N\ \text{Sin}\ r = N\ \text{Cos}\ \theta.$$

On en déduit en éliminant θ

$$n = \sqrt{N^2 - \text{Sin}^2\ i}$$

Si N est connu à l'avance, on aura n en mesurant i.

Cette méthode suppose que la face *ab* du cristal est transparente. Mais, si l'on éclaire le cristal en dessous, par un

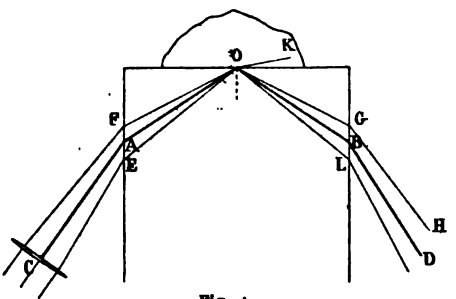


Fig. 1.

Digitized by Google

faisceau de lumière monochromatique convergente, dont l'axe fait avec la face supérieure du cylindre à peu près l'angle i cherché, le même rayon limite AOB existe, mais ne jouit pas des mêmes propriétés. Les rayons tels que OF, au-dessus du rayon limite, se réfléchissent totalement, tandis que les rayons tels que OE, situés en dessous, ne se réfléchissent que partiellement suivant OL, une partie de ces rayons pénétrant dans le cristal suivant OK. Le

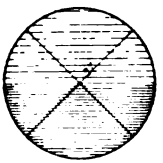


Fig. 2.

champ de la lunette sera donc séparé en deux parties, comme l'indique la figure 2, la partie inférieure étant moins éclairée que la partie supérieure. La limite donnera l'angle i comme dans le cas précédent.

J'ai supposé qu'on plaçait sur le cylindre un cristal monoréfringent. Si l'on met un cristal biréfringent, on a deux limites pour la réflexion totale et l'on voit ces deux limites dans la lunette comme l'indique la figure 1 ; mais, dans ce cas, la connaissance de l'angle i dans une direction quelconque ne donnera pas en général l'indice dans cette

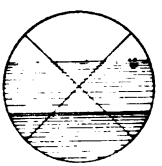


Fig. 1.

direction comme dans le cas d'un corps monoréfringent.

Supposons que l'on ait mesuré les angles limites i dans

Digitized by Google

les différentes directions obtenues en faisant tourner le cercle horizontal de l'appareil et considérons les vecteurs ρ correspondants, tels que :

$$\rho = \sqrt{N^2 - \sin^2 i}$$

La courbe de ces vecteurs est la podaire de la courbe d'intersection de la face considérée avec la surface des indices relative au cristal. Cette podaire possède en général deux maxima et deux minima dont trois sont égaux aux trois indices principaux de la substance. Il suffit donc de chercher les maxima et minima sur deux faces quelconques d'un cristal pour avoir les trois indices principaux de la substance. C'est la méthode de Soret (1) appliquée au réflectomètre de Pulfrich.

§ 3. — *Sensibilité de la méthode.*

Les indices sont donnés par la formule

$$n^2 = N^2 - \sin^2 i$$

on en tire, en différentiant cette équation :

$$dn = -\frac{\sin 2i}{2n}\, di.$$

Dans le cas présent, les indices sont environ 1, 5, les angles i de 36 à 38°. En introduisant ces valeurs dans la formule, on a approximativement

$$dn = -0{,}32\, di.$$

Or, le cercle vertical donne à chacun de ses verniers les 20″, les 10″ par moyenne, par conséquent : l'arc de 10″ est égal à 0,000048; pour une erreur de 10″ on a donc approximativement

$$\delta n = -0.32 \times 0{,}000048$$

ou

$$\delta n = -0{,}000015.$$

(1) Soret. — *Archives de Genève*, 3e période, t. XX, p. 263.

Digitized by Google

L'approximation est donc de une ou deux unités du 5e ordre.

Nous constaterons en effet, par les vérifications, qu'on peut atteindre cette approximation.

Pour terminer cette étude de l'appareil, j'indiquerai quelques remarques particulières à l'instrument ou à son fonctionnement.

§ 4. — *Zéro du cercle vertical.*

La marche des rayons lumineux dans l'appareil montre aisément que l'axe de la lunette doit être excentrique par rapport à l'axe du cylindre. Il en résulte (contrairement à ce qui arrive avec les autres instruments fondés sur la réflexion totale) qu'on ne peut pas faire des mesures de chaque côté du cylindre et prendre la moyenne : il est donc nécessaire d'avoir le zéro du cercle vertical parfaitement déterminé.

Ce zéro se détermine par autocollimation de la lunette sur la face supérieure du cylindre. Une petite glace, s'ajoutant à la lunette, permet d'éclairer le réticule et de le faire coïncider avec son image vue par réflexion dans la face supérieure du cylindre. Cette coïncidence est une condition essentielle du bon fonctionnement de l'appareil ; si en effet, cette coïncidence existe et ne se détruit pas par rotation du cylindre, le plan dans lequel se meut l'axe optique est bien perpendiculaire à la face supérieure du cylindre. Quand cette coïncidence est obtenue, il suffit de mesurer l'angle i correspondant pour avoir par différence avec 90° l'erreur sur le zéro.

Cette mesure se fait avec la précision indiquée dans le paragraphe précédent ; mais elle n'introduit aucune erreur nouvelle sur la valeur de l'indice.

Digitized by Google

Nous verrons en effet plus loin que l'indice N du cylindre a été déterminé sur le cylindre même en prenant un corps d'indice ν et mesurant l'angle limite α correspondant à ce corps.

Or, on a $$\nu^2 = N^2 - \text{Sin}^2 \alpha$$
et $$n^2 = N^2 - \text{Sin}^2 i$$
éliminant N, on a
$$n^2 = \nu^2 + \text{Sin}^2 \alpha - \text{Sin}^2 i$$
ou $$n^2 = \nu^2 + \text{Sin}\,(\alpha + i)\,\text{Sin}\,(\alpha - i).$$

L'erreur du zéro portant sur α et sur i s'éliminera dans $(\alpha - i)$ et se doublera dans $(\alpha + i)$.

En différentiant cette égalité, on a en considérant $\alpha + i$ seul comme variable

$$dn = \frac{\text{Sin}\,(\alpha - i)\ \text{Cos}\,(\alpha + i)}{2n}\, d\,(\alpha + i).$$

Pour les expériences qui vont suivre, on a environ

$$\alpha = 18^\circ \qquad i = 36^\circ \qquad n = 1{,}5$$
on en tire $$dn = 0{,}02\, d\,(\alpha + i).$$

Si l'on suppose une erreur impossible d'une demi-minute sur le zéro, il ne résulte pour n qu'une erreur d'une demi-unité du 5e ordre décimal.

L'erreur du zéro est donc, avec cette méthode de mesure, complètement négligeable. Il n'en serait pas de même si l'indice du cylindre était mesuré d'une autre façon, comme dans les travaux de Mulheims, par exemple. Dans ce cas, l'erreur du zéro vient s'ajouter à l'erreur commise sur i et double l'erreur correspondante de l'indice.

§ 5. — *Usage du cercle horizontal.*

J'ai supposé dans la théorie de l'appareil que la face plane du cristal s'appliquait exactement sur la face supérieure

Digitized by Google

du cylindre. En général, ces deux faces feront un petit angle, de telle sorte qu'en mesurant l'angle i dans deux directions différentes de 180°, on ne trouvera pas la même valeur. La théorie et l'expérience montrent que l'on a, dans ce cas, l'angle i réel en prenant la moyenne des deux angles ainsi mesurés. (Pour le détail de cette théorie, et, en général, pour toutes les discussions sur les causes d'erreur de cet appareil, je renverrai aux mémoires précités de Pulfrich.) Toutes les mesures faites devront donc être répétées à 180°, d'où l'emploi du cercle horizontal. Ce cercle servira, du reste, toutes les fois qu'on voudra étudier la forme de la surface de l'onde. J'ai déjà, dans un précédent mémoire [1], fait connaître une de ses applications.

§ 6. — *Liquide intermédiaire.*

La seule condition théorique à laquelle doit satisfaire le liquide de mouillage est que son indice soit plus grand que l'indice n à mesurer. Tout liquide satisfaisant à ces conditions pourra être pris comme liquide intermédiaire. Pratiquement, il vaut mieux que son indice soit supérieur à l'indice N du cylindre. On évitera ainsi une limite supplémentaire qui serait formée, dans le cas contraire, par la réflexion totale des rayons sur la lame liquide.

Dans toutes mes expériences, je me suis toujours servi de naphtaline monobromée dont l'indice est supérieur à l'indice N du cylindre dont j'ai fait usage.

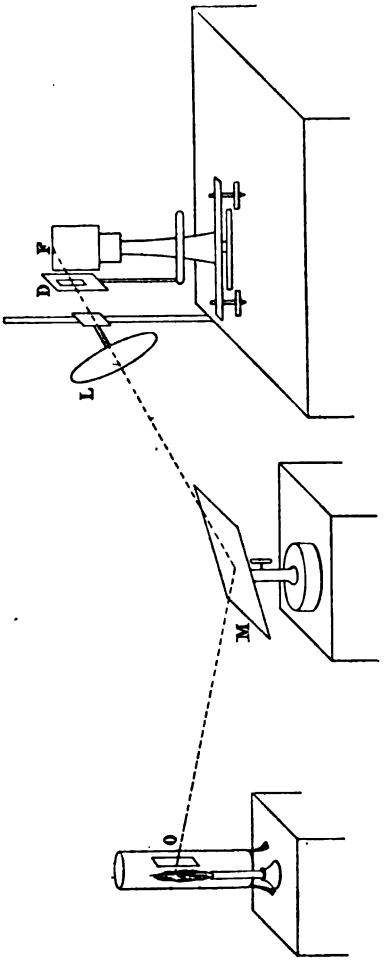
§ 7. — *Éclairement de l'appareil. — Diaphragmes.*

La lunette de l'appareil possède un diaphragme formé par une fente étroite située dans le plan de rotation de

(1) *Bull. Soc. Min.*, 1891, t. XIV.

Digitized by Google

l'axe optique. Il a pour but de ne laisser pénétrer dans la lunette que les rayons lumineux situés dans le plan de



rotation de l'axe optique, éliminant ainsi les rayons voisins qui viennent troubler le phénomène et le rendre moins net.

Digitized by Google

Ce diaphragme a l'inconvénient de restreindre le champ et de diminuer l'éclairement à un point tel que dans les cristaux à faces peu réfléchissantes, on ne voit plus rien. Dans toutes les mesures qui ont été faites, soit par M. Dufet, soit par moi, nous avons trouvé préférable de le supprimer en diaphragmant au contraire le faisceau lumineux avant son arrivée sur le cylindre. Les lignes de séparation sont dans ce cas plus nettes et surtout le champ est beaucoup plus éclairé.

Après bien des tâtonnements, nous nous sommes arrêtés au dispositif suivant :

Une fente lumineuse *o* est placée à $1^m,50$ ou 2 mètres de l'appareil. Les rayons lumineux qu'elle envoie tombent, par l'intermédiaire d'un miroir M, sur une lentille L et viennent, diaphragmés en D, former l'image de la fente *o* en F sur la face supérieure du cylindre. C'est en réalisant cette condition qu'on obtient les limites les plus nettes dans la lunette.

§ 8. — *Emploi de l'appareil en lumière blanche.*

J'ai supposé jusqu'à présent l'appareil éclairé en lumière monochromatique. On peut l'éclairer en lumière blanche, en remplaçant l'oculaire à réticule par un autre possédant une fente verticale et un spectroscope à vision directe étalant la lumière blanche passant par cette fente en un spectre.

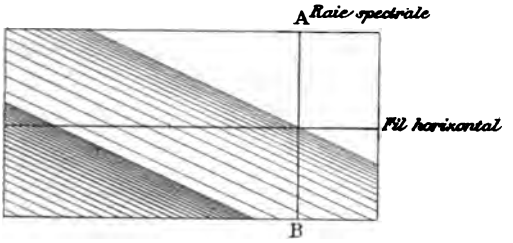
Les limites de réflexion totale se présentent alors suivant des droites inclinées, comme l'indique la figure.

Les mesures se font de la manière suivante :

Un seul fil de réticule est tendu horizontalement au milieu de la fente. Pour avoir la direction perpendiculaire, on place sur le trajet des rayons lumineux une source

Digitized by Google

monochromatique de la radiation dont on veut déterminer l'indice : elle fournit une raie spectrale telle que AB. Il suffit alors, pour faire le pointé, d'amener le fil horizontal



en coïncidence avec l'intersection de AB et de la ligne d'ombre.

Cette méthode a été employée par Mulheims dans ses travaux : elle peut rendre des services pour l'étude de la dispersion.

Malheureusement, le spectroscope qu'on ajoute à la lunette est de dimensions très faibles, le champ a peu d'étendue ; aussi les pointés se font-ils avec peu de précision.

Si l'on n'a besoin que de la troisième décimale ou de quelques unités de la quatrième, l'appareil pourra servir, mais il ne faut pas compter sur une précision plus grande ; c'est du moins ce que j'ai constaté en essayant de me servir du spectroscope.

J'ai donc abandonné ce dispositif que je n'indique ici qu'à titre de renseignement : je me suis toujours servi de la lumière jaune produite par l'introduction du sel marin dans la flamme d'un bec Bunsen.

Toutes les mesures qui vont suivre se rapportent donc à cette radiation.

Digitized by Google

CHAPITRE III

VARIATION DES INDICES AVEC LA TEMPÉRATURE MODIFICATIONS APPORTÉES AU RÉFLECTOMÈTRE

Les indices de tous les corps varient avec la température. Pour quelques-uns d'entre eux, ces variations sont faibles, négligeables par conséquent pour un intervalle de quelques degrés.

Il n'en est pas de même de beaucoup d'autres, principalement des sels fortement hydratés. Pour ceux-ci, les variations deviennent très grandes et peuvent atteindre, comme nous le verrons plus loin, jusqu'à 4 unités du 5e ordre décimal pour une variation d'un degré. Pour tous ces corps, il est absolument illusoire de mesurer l'indice avec une grande précision, si l'on ne peut donner exactement la température à laquelle la mesure est faite.

Malheureusement, cette mesure de la température est difficile, sinon impossible, avec le réflectomètre de Pulfrich tel qu'il est construit. Le cylindre et le cristal sont à l'air libre ; on ne sait donc rien sur leur température. Si l'on place un thermomètre aussi près que possible du cristal, la température qu'il indiquera ne correspondra pas du tout à celle du cristal et du cylindre, les conditions de conductibilité et de rayonnement étant différentes pour ces trois corps.

C'est pour toutes ces raisons que Brühl (1), dans ses recherches sur les indices des liquides, modifia le réflec-

(1) J.-W. Brühl : *Ueber die Messung der Brechnungsexponenten bei höheren Temperaturen mittelst des Totalreflectometers. Bericte der deutschen chemischen Gesellschaft.* — 1891, t. XXIV, p. 286.

Digitized by Google

tomètre en y installant une étuve qu'il pouvait chauffer par un dispositif spécial. Ce procédé, bon dans le cas des liquides où l'on remplace le cylindre mobile par un paral-

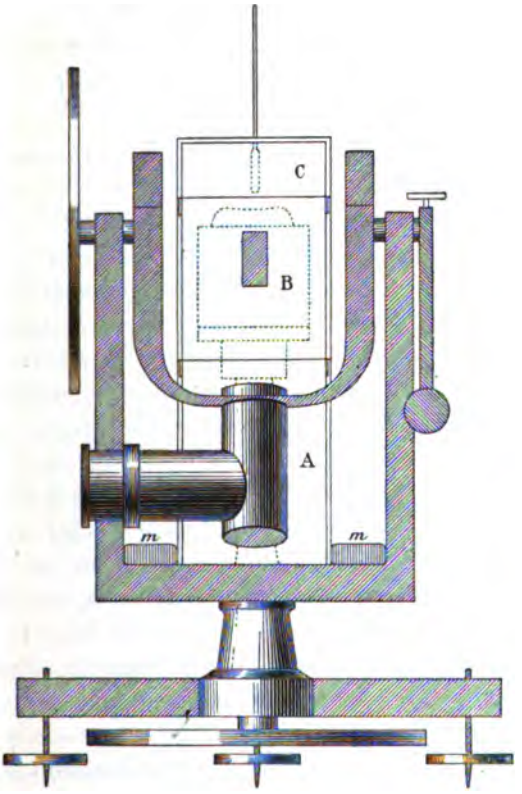


Fig. 1.

lélipipède rectangle immobile, est complètement inapplicable dans le cas des solides, où l'on a besoin de faire tourner le cylindre et le cristal.

Brühl se servait du reste d'un réflectomètre particulier

Digitized by Google

« Reflectometer für Chemiker » qui lui facilitait beaucoup l'installation de son étuve.

Toutes ces considérations m'ont amené à modifier le réflectomètre de la façon suivante :

Entre le cylindre et l'axe de rotation de la lunette, j'ai placé une boîte cylindrique en carton de 2 millimètres d'épaisseur, formée de trois parties A, B, C (fig. 1) s'emboîtant les unes dans les autres.

La partie A est reliée invariablement à l'appareil par des tasseaux en liège *mm*.

La partie B est percée de deux fenêtres longues et étroites pour laisser passer les rayons lumineux à l'entrée et à la sortie du cylindre. Ces fenêtres forment en même temps les diaphragmes dont j'ai parlé dans le chapitre précédent à propos de l'éclairement de l'appareil.

Enfin, la partie C, fermée par un couvercle, est traversée par la tige d'un thermomètre dont le réservoir est à l'intérieur de la boîte.

Les parties B et C sont mobiles et se placent lorsque le cristal est installé sur la face supérieure du cylindre.

Entre l'axe de rotation de la lunette et le bâtis de l'appareil, j'ai placé une deuxième boîte ayant la forme d'un parallélipipède droit à base rectangle (fig. 2).

La partie supérieure de la boîte est mobile et se place après le cristal. Elle est percée d'un trou laissant passer la tige du thermomètre.

Une des faces de la boîte possède une longue fente dans laquelle la lunette peut se mouvoir. Cette fente est fermée par une double guillotine en carton (fig. 2) destinée à fermer complètement la boîte dans une position quelconque de la lunette. La face opposée possède une disposition analogue (fig. 3).

La lentille L, qui sert à éclairer le cristal, est entourée

Digitized by Google

d'un tronc de cône en carton. Une double guillotine permet comme la précédente de fermer la boîte dans une position quelconque de la lentille.

Le cristal est ainsi enveloppé d'une double boîte en carton dont la première communique avec la seconde par

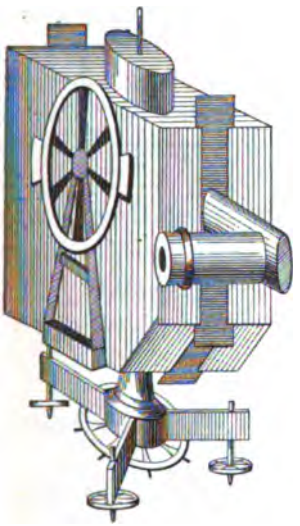


Fig. 2.

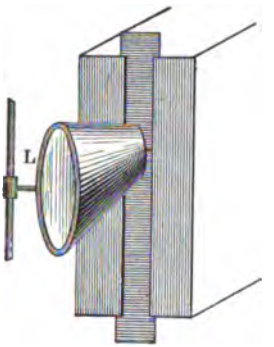


Fig. 3.

deux fentes étroites et dont la seconde intercepte toute communication avec l'extérieur.

Si, dans ces conditions, on observe la marche du thermomètre, on constate qu'au bout d'une demi-heure environ, il devient stationnaire et qu'alors la température indiquée varie à peine d'un dizième de degré pendant quatre ou cinq heures. J'ai admis qu'à ce moment les trois corps, cylindre, cristal et thermomètre devaient être en équilibre de température et que la température indiquée par le thermomètre était bien la température du cristal.

Digitized by Google

Ce dispositif a l'avantage de laisser à l'extérieur les deux cercles, la lunette et la tige du thermomètre, de telle sorte que, le cristal placé, on peut faire toutes les mesures sans toucher aux deux boîtes.

La température était indiquée par un thermomètre gradué en dizièmes de degrés. En le comparant avec un thermomètre étalonné au Pavillon de Breteuil, j'ai pu apprécier le déplacement du zéro d'une part et la valeur en degrés d'une division du thermomètre. J'ai ainsi construit une table de correction de ce thermomètre : les températures que j'indiquerai dans la suite sont les températures corrigées.

En opérant ainsi, j'ai pu avoir une série de températures constantes entre 8° et 25° suivant la saison. J'ai mesuré les indices à ces différentes températures et pu avoir ainsi le terme de correction entre ces limites.

J'ai employé la formule :

$$n = a + bt$$

en ne prenant que le terme du premier degré dans le développement en série, terme bien suffisant vu le peu d'étendue de la variation.

Pour avoir des formules analogues à celles de M. Dufet, j'ai pris comme point de départ la température de 20° ; a représente alors l'indice à 20°. Elles ont la forme

$$\left[n\right]_{\theta}^{\theta'} = a + b\,(t - 20).$$

θ et θ' indiquent les limites entre lesquelles la formule est applicable.

Digitized by Google

CHAPITRE IV

SELS DE SEIGNETTE

J'ai étudié des mélanges de deux sels de Seignette, tartrate double de soude et de potasse ou sel de Seignette proprement dit et tartrate double de soude et d'ammoniaque ou sel de Seignette ammonique.

Ces deux corps sont doués d'un isomorphisme géométrique presque absolu : tous deux orthorhombiques; leurs paramètres pour le sel potassique

$$a : b : c = 0.8317 : 1 : 0.4296$$

et pour le sel ammonique

$$a : b : c = 0.8233 : 1 : 0.420$$

sont sensiblement les mêmes : les angles des faces ne diffèrent que de quelques minutes; ces deux sels sont donc presque identiques au point de vue géométrique.

Il n'en est pas de même au point de vue optique. Les axes optiques de ces deux corps, comme dans le sulfate de potasse et sulfate d'ammoniaque étudiés par M. Wyrouboff (1), sont dans deux plans perpendiculaires. Aussi les mélanges donnent-ils des sels ayant leurs axes optiques, tantôt dans un plan, tantôt dans le plan perpendiculaire, un de ces mélanges étant uniaxe. Ce phénomène a été constaté par Sénarmont (2) qui a étudié les mélanges de ces deux sels.

Enfin, ces deux corps cristallisent admirablement, et il est possible d'en obtenir des cristaux très limpides et sur-

(1) *Loc. cit*, p. 2.
(2) *Loc. cit*, p. 1.

Digitized by Google

tout très volumineux, condition indispensable pour l'étude au reflectomètre de Pulfrich.

J'ai fait tous les cristaux à température constante par évaporation de la solution. Toutes les fois que j'ai essayé de les faire par refroidissement, je n'ai obtenu que des cristaux beaucoup moins beaux et presque toujours maclés. Voici la manière dont j'ai opéré pour les obtenir.

Dès l'apparition des premiers cristaux, j'en ai choisi un certain nombre, des plus beaux, que j'ai attachés à l'aide de cheveux, puis que j'ai placés ainsi suspendus au milieu de la solution. Une lame de verre placée à une petite distance au-dessus du cristallisoir protégeait cette solution des poussières et surtout rendait l'évaporation très lente. Une solution identique placée à côté était destinée à alimenter la première. Dans ces conditions, j'ai obtenu des cristaux ayant plus de 2 centimètres d'arête, très limpides avec des faces parfaitement planes. Ils étaient d'autant plus beaux que leur formation avait demandé plus de temps : quelques-uns sont restés deux mois dans la solution. Les cristaux de pareille dimension sont très bien soutenus par un seul cheveu pourvu qu'on ait la précaution indispensable de ne pas retirer le cristal de la solution.

Le sel de Seignette ammonique et les mélanges renfermant une assez grande proportion de ce sel s'effleurinent légèrement à l'air. Pour obvier à cet inconvénient, j'essuyai rapidement les cristaux sortis de la solution, je les trempai dans la naphtaline monobromée qui me servait de liquide de mouillage pour le reflectomètre, je les essuyai ensuite légèrement et les enveloppai dans du papier Joseph. La couche mince de liquide adhérente au cristal suffisait à le protéger pendant plusieurs mois.

J'ai étudié les cristaux au reflectomètre sur leurs faces naturelles toutes les fois que la planité de celles-ci me le

Digitized by Google

permettait. Dans le cas contraire, j'ai produit une face artificielle en usant le cristal sur une lame de verre dépolie, légèrement humide. On obtient ainsi, avec un peu d'habitude, des faces doucies qui sont d'une très grande planité, condition indispensable pour obtenir des limites nettes au reflectomètre.

J'ai étudié les faces à cet état, sans les polir, ce qui les arrondit toujours : le manque de poli diminue la quantité de lumière, mais les limites gagnent beaucoup en netteté.

CHAPITRE V

INDICE DU CYLINDRE

Dans la boîte qui accompagne le reflectomètre de Pulfrich se trouve un prisme taillé dans le même verre que le cylindre. Ce prisme doit servir, d'après Pulfrich, à déterminer l'indice du cylindre.

Cette méthode a l'inconvénient grave, que j'ai signalé précédemment (page 168) de doubler l'erreur commise sur l'indice; en outre, on n'est jamais sûr que l'indice trouvé correspond à celui du cylindre, la taille du verre en prisme différente de la taille en cylindre pouvant faire varier l'indice d'une manière différente dans les deux cas.

J'ai déterminé l'indice sur le cylindre même. La formule

$$v^2 = N^2 - \sin^2 \alpha$$

permet de calculer N si l'on connaît v et α.

L'appareil est alors transformé en un appareil différentiel donnant la différence $n^2 - v^2$ des carrés des indices avec le carré de l'indice connu d'un corps déterminé.

Digitized by Google

Des deux formules

$$v^2 = N^2 - \text{Sin}^2\,\alpha$$

et

$$n^2 = N^2 - \text{Sin}^2\,i$$

on tire en effet

$$n^2 - v^2 = \text{Sin}^2\,i - \text{Sin}^2\,\alpha.$$

Comme corps d'indice connu j'ai pris le quartz. Les remarquables travaux de M. Macé de Lepinay, de M. Dufet ont fourni pour l'indice de ce corps des nombres très concordants. C'est donc un corps dont l'indice est très bien déterminé : d'autre part, M. Dufet a montré dans un travail sur les indices des différents quartz que tous ceux-ci avaient le même indice moyen. On peut donc appliquer les nombres trouvés dans les travaux que je viens de citer à un quartz quelconque.

Pour l'indice moyen du quartz, j'ai adopté la formule

$$n = 1{,}54423 - 0{,}0000047\,(t - 20)$$

t désignant la température. Cette formule est en complet accord avec les nombres trouvés dans les expériences récentes faites sur le quartz.

J'ai mesuré les angles i par la méthode que j'ai indiquée précédemment pour des températures variant entre 10° et 25°.

Voici les résultats de ces mesures :

TEMPÉRATURE	ANGLE i CORRESPONDANT
9°8	28°6′
10°7	28°6′12″
12°4	28°6′23″
17°3	28°6′55″
18°8	28°7′5″
21°4	28°7′16″
26°5	28°7′50″

Digitized by Google

Je ferai une remarque au sujet de ce tableau, remarque qui s'appliquera à tous les tableaux suivants.

Pour avoir un angle i, il faut au moins quatre lectures, une à chacun des verniers dans une position du cylindre et autant dans la position à 180° de la première : en général mes pointés ont été recommencés trois fois. Les nombres du tableau sont donc une moyenne de 12 nombres : cela explique les nombres donnés pour les secondes bien que le cercle ne donne que les 10″ par estimation.

J'ai cherché à relier ces nombres par une formule analogue à celle du quartz, de la forme

$$N = A + B\,(t - 20).$$

Les nombres trouvés, substitués dans cette formule, m'ont donné un système de 7 équations du premier degré à deux inconnues. Ce système, résolu par la méthode de Cauchy en appliquant un poids égal à chaque expérience, m'a donné pour A et B les valeurs

$$A = 1{,}614553$$
$$B = +\,0{,}0000036.$$

Si l'on substitue ces nombres dans les 7 équations, on constate que les différences sont au plus de 7 unités du

N observé	N_1 calculé	$\Delta = N_1 - N$
1,614511	1,614516	+ 0,000005
1,614522	1,614521	— 0,000001
1,614528	1,614526	— 0,000002
1,614545	1,614543	— 0,000002
1,614549	1,614549	0,000000
1,614553	1,614558	+ 0,000005
1,614584	1,614577	— 0,000007

Digitized by Google

sixième ordre décimal. Dans le cas du quartz, les limites très belles permettent des pointés d'une remarquable exactitude; je me hâte de dire cependant qu'une pareille concordance est purement fortuite, l'appareil ne donnant pas une approximation aussi grande.

Il résulte de cette série d'expériences que l'indice du cylindre est donné par la formule

$$\left[N\right]_{10}^{26} = 1{,}614553 + 0{,}0000036\ (t - 20)$$

Dans ce tableau, et dans la dernière formule, je donne la sixième décimale de l'indice, mais ce n'est qu'à titre d'indication au sujet de la cinquième. Ainsi, dans la formule donnant N, on doit conclure que la cinquième décimale est un nombre compris entre 5 et 6, probablement plus près de 5 que de 6.

De même le chiffre 6 du coefficient B n'est là qu'à titre de simple renseignement. Les résultats ne changent pas sensiblement si on le remplace par 7 ou par 5.

CHAPITRE VI

INDICES DES SELS DE SEIGNETTE

J'ai mesuré les trois indices des deux sels de Seignette à des températures différentes, de manière à avoir la variation avec la température, par suite l'indice à une température quelconque intermédiaire. Ceci est indispensable pour l'étude que je me propose de faire. Comme il faudra comparer ces indices avec ceux d'un cristal mixte, il faudra, pour que cette comparaison soit légitime,

Digitized by Google

que les indices aient été pris à la même température, d'où la nécessité du terme de correction.

La méthode de Soret exige la connaissance des quatre vecteurs maxima et minima dans une face, trois de ces vecteurs correspondant aux trois indices principaux. Ces maxima et minima sont évidemment donnés par les minima et maxima de i. La première expérience à faire est donc de chercher à repérer ces maxima et minima par rapport au cercle horizontal de l'appareil. Une lecture faite de degré en degré au voisinage du maximum ou du minimum en donne, au moyen d'une courbe, la position très exacte. Ces positions connues, on peut laisser le cristal en observation pendant plusieurs semaines et déterminer l'angle i pour différentes températures. En recommençant cette série d'opérations à différentes époques de l'année, on a une échelle de température d'une étendue très suffisante.

§ I. — *Indices du tartrate potassique.*

Voici les résultats que m'a donnés cette étude sur le tartrate potassique. Ces nombres sont la moyenne d'un grand nombre d'expériences faites sur trois cristaux différents, un examiné sur des faces naturelles et deux sur des faces que j'ai taillées artificiellement.

INDICE MOYEN

TEMPÉRATURE	ANGLE i CORRESPONDANT
17°6.	38°5′57″
17°8.	38°6′10″
20°5.	38°6′25″
21°8.	38°6′30″

Digitized by Google

INDICE MINIMUM

TEMPÉRATURE	ANGLE i CORRESPONDANT
16°8	38°25′
18°3	38°25′52″
18°7	38°26′10″
19°4	38°26′30″
20°	38°26′55″
21°1	38°27′32″

INDICE MAXIMUM

TEMPÉRATURE	ANGLE i CORRESPONDANT
15°8.	37°27′22″
17°	37°28′31″
19°6.	37°29′26″
21°4.	37°30′40″

J'ai relié comme précédemment toutes ces valeurs par une formule de la forme

$$n = A - B\,(t - 20).$$

J'ai calculé les coefficients A et B par la méthode de Cauchy en attribuant un poids égal à chacune des expériences. Substituant alors les valeurs de A et B dans chacune des équations, j'ai eu l'approximation des expériences par différence entre les indices calculés et les indices mesurés.

Digitized by Google

Voici quels sont les résultats de ce calcul :

Indice moyen. — J'ai trouvé pour les deux coefficients :

$$A = 1.491963$$
$$B = + 0,000007.$$

Ces nombres substitués dans les équations fournissent le tableau suivant :

n OBSERVÉ	n_1 CALCULÉ	$\Delta = n_1 - n$
1,491990	1,491980	— 0,000010
1,491970	1,491978	+ 0,000008
1,491956	1,491959	+ 0,000003
1,491954	1,491951	— 0,000003

Les différences sont de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience. Je prendrai donc comme valeur de l'indice moyen en fonction de la température

$$n_b = 1,491963 - 0,000007\ (t - 20).$$

Indice minimum. — Un calcul identique m'a donné pour les deux coefficients de l'indice minimum :

$$A = 1,490015$$
$$B = + 0,000049.$$

Remarquons ici la grandeur du coefficient B. Cet indice varie environ de 5 unités du 5e ordre décimal par degré. Étonné d'une variation aussi grande, j'ai fait pour cet indice un plus grand nombre de mesures que pour les autres : toutes ces mesures ont confirmé la grandeur de ce coefficient.

Digitized by Google

Le résultat de la substitution de A et B dans les équations a donné les différences suivantes :

n OBSERVÉ	n_1 CALCULÉ	$\Delta = n_1 - n$
1,490180	1,490172	— 0,000008
1,490103	1,490098	— 0,000005
1,490076	1,490079	+ 0,000005
1,490047	1,490044	— 0,000003
1,490010	1,498015	+ 0,000005
1,489956	1,489961	+ 0,000005

L'indice minimum est donc donné par la formule

$$n_c = 1{,}490015 - 0{,}000049\ (t - 20).$$

Indice maximum. — Valeur trouvée par les deux coefficients :

$$A = 1{,}495414$$
$$B = 0{,}000040.$$

Les différences entre les indices mesurés et les indices calculés avec ces coefficients sont données dans le tableau suivant :

n OBSERVÉ	n_1 CALCULÉ	$\Delta = n_1 - n$
1,495613	1,495582	— 0,000031
1,495517	1,495534	+ 0,000017
1,495442	1,495430	— 0,000012
1,495333	1,495358	+ 0,000025

Digitized by Google

On voit que les différences sont beaucoup plus grandes que dans les autres expériences. Cette série est la plus mauvaise de toutes : cela tient à ce que la limite observée était moins nette que les autres; aussi ai-je eu, dans les pointés, beaucoup plus d'écart que dans les autres séries.

L'indice maximum est donné par la formule

$$n_a = 1{,}495414 - 0{,}000040\ (t - 20).$$

§ II. — *Indice du tartrate ammonique.*

J'ai étudié le tartrate ammonique exactement comme le tartrate potassique. Les cristaux étaient en général plus beaux et plus volumineux : aussi, au début, je ne me suis servi que des faces naturelles. Plus tard, ayant eu à reprendre quelques mesures, j'ai constaté qu'un commencement d'efflorescence avait légèrement altéré la surface des cristaux ; j'ai alors taillé des faces artificielles sur lesquelles j'ai fait les nouvelles mesures ; je n'ai, du reste, constaté aucune différence entre les nombres trouvés sur les faces naturelles et ceux donnés par les faces artificielles.

Indice moyen. — Résultat des expériences :

TEMPÉRATURE	ANGLE i CORRESPONDANT
16°7.	36°55′55″
18°8.	36°56′30″
20°	36°56′50″
21°2.	36°57′10″
23°5.	36°57′50″

Digitized by Google

Ces nombres transportés dans la formule

$$n = A - B\,(t - 20)$$

ont donné pour A et B les valeurs

$$A = 1{,}498497$$
$$B = 0{,}000017.$$

En remplaçant A et B par leur valeur dans les six équations, on trouve les différences suivantes :

n MESURÉ	n_1 CALCULÉ	$\Delta = n_1 - n$
1,498567	1,498554	— 0,000013
1,498520	1,498517	— 0,000003
1,498495	1,498497	+ 0,000002
1,498471	1,498460	— 0,000011
1,498414	1,498437	+ 0,000023

Les différences sont assez grandes, les pointés étaient moins bons que pour les deux autres indices.

L'indice moyen est donc donné par la formule :

$$n'_b = 1{,}498497 - 0{,}000017\,(t - 20).$$

Indice minimum. — Résultat des expériences :

TEMPÉRATURE	ANGLE i CORRESPONDANT
17°5.	37°29′50″
18°8.	37°30′23″
21°	37°31′24″
23°5.	37°32′30″

Digitized by Google

d'où $A = 1,495302$
$B = 0,000039.$

En substituant dans les équations, on obtient les différences suivantes :

n MESURÉ	n_1 CALCULÉ	$\Delta = n_1 - n$
1,495396	1,495399	+ 0,000003
1,495350	1,495349	— 0,000001
1,495262	1,495363	+ 0,000001
1,495168	1,495166	— 0.000002

De ces nombres, beaucoup plus concordants que les précédents, il résulte la formule :

$$n'_c = 1,495302 - 0,000039 \ (t - 20).$$

Indice maximum. — Résultat des expériences :

TEMPÉRATURE	ANGLE i CORRESPONDANT
16°2.	36°43'5"
18°7.	36°44'0"
20°4.	36°44'35"
21°	36°44'49"
22°8.	36°45'25"
23°5.	36°45'45"

d'où $A = 1,499647$
$B = 0,000030.$

Digitized by Google

Avec les différences suivantes entre les indices calculés et observés :

n MESURÉ	n_1 CALCULÉ	$\Delta = n_1 - n$
1,499760	1,499761	+ 0,000001
1,499683	1,499686	+ 0.000003
1,499636	1,499635	— 0,000001
1,499619	1,499617	+ 0,000002
1,499570	1,499563	— 0,000007
1,499540	1,499542	+ 0,000002

Ce qui conduit à la formule :

$$n'_a = 1,499647 - 0,000030 \ (t - 20)$$

En résumé, les indices des deux sels de Seignette sont donnés entre 10° et 20° environ par le tableau suivant :

Sel de Seignette potassique.

$$n_a = 1,495414 - 0,000040 \ (t - 20)$$
$$n_b = 1,491963 - 0,000007 \ (t - 20)$$
$$n_c = 1,490015 - 0,000049 \ (t - 20)$$

Sel de Seignette ammonique.

$$n'_a = 1,499647 - 0,000030 \ (t - 20)$$
$$n'_b = 1,498497 - 0,000017 \ (t - 20)$$
$$n'_c = 1,495302 - 0,000039 \ (t - 20)$$

Digitized by Google

CHAPITRE VII

COMPARAISON AVEC LES RÉSULTATS ANTÉRIEUREMENT OBTENUS

Avant de passer aux indices des cristaux mixtes, il faut comparer ces résultats avec ceux qui ont été obtenus antérieurement, soit sur le sel potassique, soit sur le sel ammonique.

§ I. — *Tartrate potassique.*

Le sel de Seignette a été l'objet, en 1864, d'un travail très long et très complet de Muttrich (1).

Cet expérimentateur a mesuré les trois indices de ce corps, pour le rouge et le jaune pour des températures variant entre 15 et 50°.

Le résultat de cette étude est donné par le tableau suivant :

TEMPÉRATURE	α	β	γ
15	1,49155	1,49333	1,49683
25	1,49134	1,49314	1,49659
35	1,49108	1,49293	1,49628
45	1,49079	1,49269	1,49595

(1) Bestimmung des Krystallsystems und der optischen Constanten des weinsteinsauren Kali-Natron; Einfluss der Temperature auf die optischen Constanten desselben und Bestimmung des Brechnungsquotienten des Rüböls und des distillirten Wassers bei verschiedenen Temperaturen, von A. Muttrich. *Annalen der Physik und Chemie*, 1864, 121, p. 193 et 398.

Digitized by Google

Si l'on se sert de ce tableau pour calculer le coefficient de variation et l'indice à 20° on trouve les formules suivantes :

$$n_a = 1{,}49671 - 0{,}000029\ (t - 20)$$
$$n_b = 1{,}49322 - 0{,}000021\ (t - 20)$$
$$n_c = 1.49144 - 0{,}000025\ (t - 20)$$

Les formules sont très différentes des miennes, soit pour l'indice à 20°, soit pour le coefficient de variation.

Si on les examine de plus près, on constate que les grandes différences sont surtout sur les valeurs absolues des indices ; les biréfringences sont beaucoup plus exactes que les valeurs absolues, comme le montre le tableau suivant calculé pour 20°.

	MUTTRICH	LAVENIR	DIFFÉRENCES
$n_a - n_c$ ..	0,00527	0,00530	+ 0,00013
$n_b - n_c$ ..	0,00178	0,00195	+ 0,00017
$n_a - n_b$ ..	0,00349	0,00345	— 0,00004

Pour discuter les expériences de M. Muttrich, je vais d'abord donner un résumé aussi succinct que possible de son travail.

Dans une première partie, Muttrich détermine les trois indices par la méthode du prisme : il ne conserve comme résultat que la valeur de l'indice moyen.

$$\beta = 1{,}49505 \text{ à } 23^\circ 7 \text{ pour le jaune.}$$

Il mesure ensuite l'angle des axes dans l'air, pour des températures variant entre 17° et 31°, et calcule l'angle intérieur en se servant de la valeur de β précédente. Il

Digitized by Google

trouve enfin $a^2 - c^2$ par un phénomène de polarisation chromatique. Se servant alors de l'angle intérieur des axes il tire la valeur de $a^2 - b^2$ et a finalement $a\ b\ c$ par suite $\alpha\ \beta\ \gamma$
il trouve ainsi :

$$\alpha = 1{,}49358$$
$$\beta = 1{,}49505$$
$$\gamma = 1{,}49855.$$

Dans une deuxième partie, il mesure l'angle des axes dans l'huile de navet entre 15° et 60°. De la connaissance de l'angle des axes dans l'air, et de l'angle dans l'huile de navet, il déduit le rapport $\frac{\beta}{\nu}$ de l'indice du tartrate par rapport à l'air à l'indice de l'huile de navet par rapport à l'air. Il forme ainsi un tableau des valeurs de $\frac{\beta}{\nu}$ entre 15° et 50°.

Il recommence ensuite la même opération avec une lame d'aragonite et déduit le rapport $\frac{B}{\nu}$ de l'indice moyen de l'aragonite à l'indice de l'huile de navet, tous deux pris par rapport à l'air.

Connaissant alors $\frac{\beta}{\nu}$, $\frac{B}{\nu}$ et B, dont l'indice a été mesuré et que Muttrich a mesuré de nouveau, il en déduit la valeur de β pour des températures variant entre 15° et 50°.

Il reprend enfin la détermination de $a^2 - c^2$ et recommençant le calcul de la première partie, il a finalement :

$$\alpha,\ \beta,\ \gamma$$

pour les températures entre 15° et 50°.

Cette méthode a de très graves inconvénients.

La valeur de β est donnée par la connaissance de $\frac{\beta}{\nu}$, $\frac{B}{\nu}$

Digitized by Google

et B. $\frac{\beta}{v}$ est fourni par la mesure de quatre angles ; $\frac{B}{v}$ aussi. β résulte donc de neuf quantités sur lesquelles on commet des erreurs. Muttrich n'a fait aucun calcul d'erreur sur ses résultats : je vais essayer de le faire, et montrer que les erreurs des neuf facteurs entraînent une erreur considérable sur β.

Soit $$\frac{\beta}{v} = \lambda$$

et $$\frac{B}{v} = l.$$

on en tire $$\beta = v\,\lambda = \frac{B\,\lambda}{l}.$$

L'erreur relative sur β est la somme des erreurs relatives commises sur B, λ et l. Je vais calculer les erreurs relatives de ces trois facteurs.

Erreur relative sur B. — L'indice moyen que Muttrich a pris pour l'aragonite est à 18°.

1,68180.

Comparons ce résultat avec les autres résultats obtenus; on a trouvé

(1) Rudberg	1,68157
(2) Offret.	1,68124
(3) Mulheims.	1,68098

La moyenne de ces nombres est

1,68126

nombre très voisin de celui de M. Offret dont les expé-

(1) Rudberg. — *Pogg. Ann.* 1829, t. XVII, p. 1.
(2) Offret. — *Bull. Soc. Min.*
(3) Mulheims. — *Zeitschrift* 1881, t. XIV, p. 21.

Digitized by Google

riences sont les plus récentes. Le nombre de Muttrich est trop fort de 0,00054.

L'erreur relative de B est donc

$$\frac{0,00054}{1,68}$$

et dans ce cas nous connaissons le sens de l'erreur.

Erreur relative sur l. — L'erreur sur l est difficile à calculer, car j'ignore absolument l'approximation avec laquelle ont été mesurés les différents angles qui donnent l. Si l'on s'en tient aux seuls résultats donnés (page 407) dans le travail, on constate que la moyenne des différences d'une observation à l'autre est de

$$0,00060$$

l étant égal à 1,14 environ, l'erreur relative commise sur l est donc au moins

$$\frac{0,00060}{1,14}.$$

Erreur relative sur λ. — L'erreur relative sur λ est beaucoup plus grande, car dans le calcul de λ, il entre l'angle des axes du tartrate; or cet angle a été calculé en admettant la valeur β trouvée par le prisme, valeur évidemment beaucoup trop grande. Mais il m'est impossible de la calculer, les données manquant dans le travail de Muttrich; je me contente de l'erreur trouvée page 235 lorsque Muttrich corrige les valeurs de $\frac{\beta}{\nu}$ de manière à les rendre proportionnelles à la variation de température. Les différences entre le calcul et l'expérience sont alors de

$$0,00050$$

λ étant égal environ à

$$1,01$$

Digitized by Google

l'erreur relative est donc au moins de

$$\frac{0,00050}{1,01}$$

Il en résulte que l'erreur relative commise sur β est au moins égale à

$$\frac{0,00054}{1,68} + \frac{0,00060}{1,14} + \frac{0,00060}{1,01}$$

ou

$$0,00032 + 0,00053 + 0,00049 = 0,00134.$$

L'erreur absolue sur β est par suite

$$0,00134 \times 1,49 = 0,00199.$$

L'erreur sur β est donc de 2 unités du 3e ordre.

Cette erreur se reportera sur α et γ puisque d'apres la méthode de Muttrich les valeurs de α et de γ sont calculées d'après la valeur de β. Les différences entre les indices sont peu touchées par ces valeurs absolues, ce qui explique pourquoi ces différences se rapprochent beaucoup plus des différences que j'ai obtenues.

Tout ce que je viens de dire des expériences de Muttrich se rapporte à une température quelconque entre 25 et 60°. Les valeurs absolues peuvent varier de 2 unités du 3e ordre décimal, on ne peut donc avoir aucune confiance dans les coefficients de variation puisque la variation totale dans les expériences de Muttrich n'atteint qu'une demi-unité du 3e ordre.

§ II. — *Tartrate ammonique.*

La seule mesure qui existe sur le tartrate ammonique est due à M. Wyrouboff (1).

(1) *Bull. Soc. Min.*, t. VII, p. 8.

Digitized by Google

M. Wyrouboff a mesuré les 3 indices au goniomètre et a trouvé à 20°

$$n'_a = 1,4990$$
$$n'_b = 1,4980$$
$$n'_c = 1,4950.$$

Ces nombres ne diffèrent que par la 4e décimale des nombres que j'ai donnés dans le tableau du chapitre précédent. Je ne crois pas que l'appareil employé par M. Wyrouboff pouvait donner une précision beaucoup plus grande.

CHAPITRE VIII

INDICES DES CRISTAUX MIXTES

J'ai déterminé les indices des cristaux mixtes par la méthode employée pour les sels de Seignette. Les cristaux obtenus étaient généralement moins volumineux et surtout fournissaient des limites un peu moins nettes que les cristaux simples. Je n'ai pas déterminé pour chacun de ces sels la variation avec la température : cette étude très longue n'était pas utile. Il me suffisait, en effet, de connaître la température à laquelle était faite la mesure pour tirer des formules les nombres correspondants à la même température pour les indices des sels de Seignette et avoir ainsi des quantités comparables.

Je dois placer ici une remarque très importante au sujet de la mesure des indices des cristaux biaxes par la réflexion totale.

La théorie de Soret repose sur la forme de la surface de l'onde : elle ne peut s'appliquer qu'aux corps pour lesquels

Digitized by Google

la surface de l'onde existe réellement et dans lesquels aucune cause n'est venue l'altérer. Or, dans les cristaux mixtes, il existe fréquemment des macles. Dans ce cas le reflectomètre donne encore des limites, brouillées il est vrai; si l'on prenait les maxima et minima correspondants à ces limites pour déterminer les indices, on commettrait une grave erreur.

Le reflectomètre ne permet pas de s'assurer sur une face quelconque si la surface de l'onde est altérée ou non. La section de la surface de l'onde par un plan est en effet une courbe dont l'équation par rapport à un axe polaire quelconque est

$$\rho^4 \Phi + \rho^2 \psi + 1 = o$$

avec

$$\Phi = A \cos 2\varphi + B \sin 2\varphi + C$$
$$\psi = D \cos 2\varphi + E \sin 2\varphi + F.$$

La courbe donnée par le reflectomètre étant la podaire de celle-là, elle sera d'un degré trop élevée et surtout trop compliquée pour se prêter à une vérification expérimentale quelconque.

Il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit d'une des sections principales. Elle se compose d'un cercle et d'une ellipse, par suite la courbe donnée au reflectomètre est un autre cercle et une podaire d'ellipse.

Il sera très facile de s'assurer qu'il y a un cercle par la constance de l'angle i pour l'une des limites. Quant à la podaire d'ellipse son équation est, par rapport à un axe polaire quelconque,

$$A \cos 2\varphi + B \sin 2\varphi + c = \rho^2$$

avec

$$\rho^2 = \frac{1}{N^2 - \sin^2 i}.$$

Digitized by Google

Il suffira donc de mesurer les angles i de 30° en 30° par exemple pour en tirer les valeurs de ρ^2 correspondantes et voir si ces valeurs satisfont à l'équation de la podaire. C'est la méthode que j'ai exposée dans un précédent mémoire (1).

Ce procédé un peu long peut être remplacé par une vérification plus courte.

Considérons les deux valeurs de ρ^2 correspondantes à deux valeurs de φ différant de 90°.

On aura

$$\rho^2 = A \cos 2\varphi + B \sin 2\varphi + c$$
$$\rho_1^2 = - A \cos 2\varphi - B \sin 2\varphi + c$$

d'où

$$\rho^2 + \rho_1^2 = 2c = \text{constante}.$$

La mesure des deux vecteurs maxima de l'ellipse à 90° l'un de l'autre, nécessaire à la connaissance des deux indices, donnera une première valeur de la somme

$$\rho^2 + \rho_1^2.$$

Il suffira de faire deux nouvelles mesures à 45° environ des précédentes pour avoir une deuxième valeur

$$\rho'^2 + \rho_1'^2.$$

Si la surface de l'onde n'est pas altérée on devra avoir

$$\rho^2 + \rho_1^2 = \rho'^2 + \rho_1'^2.$$

Cette condition indispensable m'a fait éliminer un grand nombre de cristaux.

Tous ceux que j'ai essayé de produire par refroidissement de la solution ne m'ont donné que des limites incertaines, les vecteurs correspondants n'ayant aucune relation entre eux. Je me suis assuré en taillant des lames minces dans ces cristaux, qu'ils étaient maclés.

(1) *Bull. Soc. Min.*, 1891, t. XIV.

Digitized by Google

Quelques-uns des cristaux produits par évaporation m'ont donné des résultats analogues ; j'ai constaté qu'en général c'étaient ceux qui avaient été faits en hiver. J'attribue ce résultat à la même cause que la précédente ; la salle dans laquelle se produisaient ces cristaux était en effet chauffée dans la journée par un calorifère et subissait pendant la nuit un abaissement de température assez considérable.

J'ai enfin été obligé de laisser de côté d'autres cristaux parce que leur face principale *m* sur laquelle je faisais les mesures n'était pas assez plane ou assez développée pour être étudiée au réflectomètre Pulfrich.

Il m'est resté finalement 5 groupes de cristaux mixtes dont j'ai mesuré les indices à des températures moyennes variant entre 17°5 et 20°5.

Je classerai ces groupes d'après la température de la mesure.

1er groupe. — Ce premier groupe comprend trois cristaux que j'ai mesurés aux températures voisines de

17°1, 17°4, 18°.

J'ai fait servir ces trois expériences en prenant la moyenne des températures et la moyenne de chacun des indices trouvés. Voici les résultats :

Température moyenne : 17°5

$$\text{Moyenne des indices} \begin{cases} N_a = 1{,}496947 \\ N_b = 1{,}495700 \\ N_c = 1{,}492638 \end{cases}$$

2e groupe. — Je n'ai eu qu'un seul cristal de ce groupe pour lequel j'ai pu faire de bons pointés. Dans les autres, les limites peu nettes m'ont occasionné trop d'écart dans les différents pointés pour que les mesures aient quelque valeur.

Digitized by Google

Résultats :

Température : 18°9

$$\text{Indices} \begin{cases} N_a = 1,497407 \\ N_b = 1,496760 \\ N_c = 1,493378 \end{cases}$$

3e groupe. — Ce groupe comprend encore trois cristaux examinés aux températures

18°7 19° 19°6.

Les résultats ont été calculés comme pour le premier groupe.

Température moyenne : 19°1

$$\begin{matrix}\text{Moyenne} \\ \text{des indices}\end{matrix} \begin{cases} N_a = 1,496110 \\ N_b = 1,493796 \\ N_c = 1,491291 \end{cases}$$

4e groupe. — Deux cristaux mesurés, l'un à 19°9, l'autre à 19°5.

Résultat :

Température moyenne : 19°7

$$\begin{matrix}\text{Moyenne} \\ \text{des indices}\end{matrix} \begin{cases} N_a = 1,498105 \\ N_b = 1,497849 \\ N_c = 1,494264 \end{cases}$$

5e groupe. — Un seul cristal mesuré à 20°5.

Résultat :

Température : 20°5

$$\text{Indices} \begin{cases} N_a = 1,497097 \\ N_b = 1,496147 \\ N_c = 1,492894 \end{cases}$$

Il reste maintenant à comparer tous ces indices avec ceux des sels de Seignette pris dans les mêmes conditions de température

Digitized by Google

CHAPITRE IX

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES DIFFÉRENTES THÉORIES

Nous possédons maintenant tous les facteurs nécessaires à l'étude des différentes théories et cela indépendamment de la composition chimique du mélange. La formule trouvée expérimentalement par M. Dufet, établie plus tard théoriquement par M. Mallard peut se décomposer en ces trois propositions :

1° Dans un mélange de cristaux isomorphes, un indice quelconque est fonction linéaire des deux indices correspondants des sels composants;

2° Cette fonction est la même pour les trois indices;

3° Les deux coefficients de cette fonction représentent la fraction de molécule de chacun des cristaux composants qui entre dans une molécule du cristal composé.

Dans la première théorie donnée par M. Mallard, théorie qui jusqu'à présent représente aussi bien les expériences que l'autre, les propositions deux et trois sont les mêmes, la première proposition seule change. C'est *l'inverse du carré de l'indice qui est une fonction linéaire des inverses des indices des sels composants.*

Une quelconque des cinq expériences permet de vérifier immédiatement les deux premières de ces propositions et cela indépendamment de la troisième. Elle fournit en effet trois relations linéaires entre deux coefficients inconnus, d'où une équation de condition qui devra être vérifiée.

Au lieu de chercher l'équation de condition, on peut résoudre les trois équations par rapport aux deux inconnues

Digitized by Google

par la méthode de Cauchy, et substituant ensuite les valeurs ainsi calculées dans les équations, voir si la différence entre les indices ainsi calculés et les indices mesurés est de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience.

§ Ier. — *Vérification de la formule de MM. Dufet et Mallard.*

J'ai dit précédemment que pour les deux sels de Seignette, les axes optiques étaient dans deux plans perpendiculaires. Il en résulte que les axes d'élasticité ne se correspondent pas dans les deux cristaux. Le grand axe seul est commun, mais l'axe moyen de l'un coïncide avec l'axe minimum de l'autre et inversement. Dans les formules, il faudra donc faire le changement correspondant pour les indices.

Elles sont alors :

$$N_a = Kn_a + K'n'_b$$
$$N_b = Kn_b + K'n'_a$$
$$N_c = Kn_c + K'n'_c .$$

Dans ces formules N_c seul désignera toujours le plus petit indice, N_a et N_b s'intervertiront comme grandeur suivant les valeurs de K et de K'.

1er groupe. — Les valeurs trouvées pour le premier groupe sont :

$$N_a = 1,496947$$
$$N_b = 1,495700$$
$$N_c = 1,492638.$$

Les valeurs des indices composants à la température de 17°5 correspondante sont, d'après les formules de la page 189 :

$$n_a = 1,495514$$
$$n_b = 1,491980$$
$$n_c = 1,490138$$

Digitized by Google

et

$$n'^2 = 1,499722$$
$$n'_b = 1,498540$$
$$n'_c = 1,495400$$

Si l'on porte ces valeurs dans les équations et si on applique la méthode de Cauchy au calcul de K et K' on trouve :

$$K = 0,514532$$
$$K' = 0,485439$$

En portant ces valeurs dans les équations, on peut calculer les valeurs de N_a N_b N_c; les trois équations seront compatibles si les différences sont de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience. Le tableau suivant donne ces erreurs.

	N MESURÉ	N_1 CALCULÉ	$\Delta = N - N_1$
N_a	1,496947	1,496940	+ 0,000007
N_b	1,495700	1,495695	+ 0,000005
N_c	1,492638	1,492650	— 0,000012

Ces différences sont bien de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience.

2e *groupe.* — Pour les quatre groupes suivants, je ne donnerai plus que les résultats; tout ce qui a été dit pour le premier groupe s'applique aux autres.

Indices du mélange :

$$N_a = 1,497407$$
$$N_b = 1,496760$$
$$N_c = 1,493378$$

Digitized by Google

Indices des composants calculés à la température de 18°9 :

$$n_a = 1.495458$$
$$n_b = 1,491971$$
$$n_c = 1,490069$$

$$n'_a = 1,499680$$
$$n'_b = 1,498516$$
$$n'_c = 1,495345$$

Valeurs de K et K′ calculées :

$$K = 0,383785$$
$$K' = 0,616251$$

Différences entre les indices des sels mixtes calculés et mesurés.

	N MESURÉ	N_1 CALCULÉ	$\Delta = N - N_1$
N_a	1,497407	1,497396	+ 0,000011
N_b	1.496760	1,496775	— 0,000015
N_c	1,493378	1,493374	+ 0,000004

Les écarts de cette série sont un peu plus grands que ceux de la première : cela tient sans doute à ce que ce groupe ne renfermant qu'un seul cristal, les pointés ne résultent pas de moyennes comme dans le groupe précédent; les écarts sont cependant dans les limites des erreurs d'expérience.

3e groupe. — Données du calcul.

Indices du mélange :

$$N_a = 1,496110$$
$$N_b = 1,493796$$
$$N_c = 1,491291$$

Digitized by Google

Indices des composants calculés à la température de 19°1:

$$n_a = 1,495450$$
$$n_b = 1,491969$$
$$n_c = 1,490059$$

$$n'_a = 1,499674$$
$$n'_b = 1,498512$$
$$n'_c = 1,495337.$$

Valeurs de K et K′ calculées d'après ces données :

$$K = 0,752231$$
$$K' = 0,247712.$$

Différence entre les indices des sels mixtes calculés et mesurés.

	N MESURÉ	N_1 CALCULÉ	$\Delta = N - N_1$
N_a	1,496110	1,496123	— 0,000013
N_b	1,493796	1,493792	+ 0,000004
N_c	1,491291	1,491282	+ 0,000009

4e groupe. — Données du calcul.
Indices des sels mélangés :

$$N_a = 1,498105$$
$$N_b = 1,497849$$
$$N_c = 1,494264.$$

Indices des composants calculés à la température de 19°7:

$$n_a = 1,495426$$
$$n_b = 1,491965$$
$$n_c = 1,490030$$

Digitized by Google

$$n'_a = 1,499656$$
$$n'_b = 1,498502$$
$$n'_c = 1,495314.$$

Si l'on applique ces nombres au calcul de K et de K' on ne trouve aucune concordance entre les équations. Fort surpris de ce résultat, je repris mes mesures plus attentivement et je constatai que l'ellipse avait tourné de 90° par rapport au cristal, ce qui m'indiquait que les deux indices N_a et N_b avaient permuté.

Les formules pour ce cas se transformaient donc et devaient s'écrire :

$$N_a = Kn_b + K'n'_a$$
$$N_b = Kn_a + K'n'_b$$
$$N_c = Kn_c + K\,n'_c\ .$$

En calculant K et K' d'après ces nouvelles formules on trouve alors :

$$K = 0,190326$$
$$K' = 0,809630.$$

Ces nombres substitués dans les équations fournissent le tableau des différences suivantes.

	N MESURÉ	N_1 CALCULÉ	$\Delta = N - N_1$
N_a	1,498105	1,498126	— 0,000021
N_b	1,497849	1,497850	— 0,000001
N_c	1,494264	1,494242	+ 0,000022

5e *groupe*. — Données du calcul :

Indices des sels mélangés :

$$N_a = 1,497097$$
$$N_b = 1,496147$$
$$N_c = 1,492894.$$

Digitized by Google

Indices des composants calculés à 20°5 ;

$$n_a = 1,495394$$
$$n_b = 1,491960$$
$$n_c = 1,489990$$

$$n'_a = 1,499632$$
$$n'_b = 1,498188$$
$$n'_c = 1,495282$$

Ces nombres donnent pour K et K' :

$$K = 0,454475$$
$$K' = 0,545532$$

avec le tableau des différences suivantes :

	N MESURÉ	N_1 CALCULÉ	$\Delta = N - N_1$
N_a	1,497097	1,497092	+ 0,000005
N_b	1,496147	1,496155	— 0,000008
N_c	1,492894	1,492891	+ 0,000003

Il résulte de cette étude que les deux premières propositions que comprend la formule de MM. Dufet et Mallard sont vérifiées par ces expériences. Il faut voir cependant si ces expériences, quoique plus précises que les précédentes, ne sont pas illusoires et si elles ne vérifieraient pas tout aussi bien une autre formule; en particulier, si la formule donnée par la première théorie de M. Mallard ne représenterait pas aussi ces expériences comme les précédentes.

§ 2. — *Étude de la première formule de M. Mallard.*

J'ai étudié, au commencement de ce mémoire, la question au point de vue théorique et montré que les différences

Digitized by Google

entre les indices calculés par les deux méthodes seraient d'autant plus grandes que K et K′ seraient plus voisins l'un de l'autre.

Des cinq groupes étudiés, c'est le premier qui m'a donné pour K et K′ les deux valeurs les plus voisines : c'est donc ce groupe que je choisirai pour faire la comparaison.

Si dans les formules

$$\frac{1}{N_a^4} = \frac{K}{n_a^2} + \frac{K'}{n'_b{}^2}$$
$$\frac{1}{N_b^2} = \frac{K}{n_b^2} + \frac{K'}{n'_a{}^2}$$
$$\frac{1}{N_c^2} = \frac{K}{n_c^2} + \frac{K'}{n'_c{}^2}$$

on remplace les indices par leur valeur et qu'on tire de ces équations les valeurs de K et K′, on trouve :

$$K = 0{,}451981$$
$$K' = 0{,}548515$$

Ces valeurs, substituées dans les équations, fournissent les différences suivantes :

	N MESURÉ	N_1 CALCULÉ	$\Delta = N - N_1$
N_a	1,496947	1,496806	+ 0,000141
N_b	1,495700	1,495837	— 0,000137
N_c	1,492638	1,492645	— 0,000007

Si nous examinons ce tableau, nous constatons que les différences de N_a et N_b sont dix fois plus grandes que les différences trouvées avec la formule précédente, beaucoup plus grandes que les erreurs d'expérience. Mais nous remarquons en outre que les valeurs de N_a et N_b se

Digitized by Google

sont interverties, ce qui, dans l'appareil, devrait se traduire par une rotation de 90° pour la podaire d'ellipse; or, je n'ai constaté ce phénomène sur aucun des cristaux de ce groupe. Cette formule ne représente donc pas mes expériences. La première seule jusqu'à présent est satisfaite, du moins quant à ses deux premières propositions.

Il reste, pour terminer ce travail, à étudier la troisième proposition contenue dans la formule de MM. Dufet et Mallard, et voir si les coefficients K et K′ ont une relation quelconque avec la composition chimique du mélange.

CHAPITRE X

ANALYSE CHIMIQUE DES CRISTAUX MIXTES

Pour connaître la proportion de chacun des corps qui entraient dans le mélange, je me suis contenté de doser l'ammoniaque contenue dans le mélange. Du poids d'ammoniaque, j'ai déduit celui du tartrate ammonique, et par différence j'ai eu le tartrate potassique.

J'ai effectué ce dosage de l'ammoniaque au moyen de deux liqueurs titrées de soude et d'acide sulfurique. J'ai pris un poids déterminé de matière que j'ai chauffée avec un excès de soude dans le ballon d'un appareil de Schlœsing à dosage d'ammoniaque. L'ammoniaque se dégage et est absorbée par la liqueur sulfurique titrée: cette liqueur, colorée en rose par une goutte d'Héliantine, doit toujours être en excès: on s'en apercevra à la persistance de la couleur rose.

Digitized by Google

Au bout d'une heure d'ébullition, l'ammoniaque est entièrement absorbée par l'acide sulfurique.

On dose alors l'excès d'acide sulfurique par une liqueur titrée de soude. On a par différence l'acide sulfurique neutralisé par l'ammoniaque, par suite de la quantité d'ammoniaque qui se trouvait dans la liqueur.

Cette méthode a des inconvénients ; d'abord elle ne se prête à aucune vérification, tout se calculant par différence ; ensuite le poids d'ammoniaque représentant environ le dixième du poids du tartrate ammonique, l'erreur commise sur le poids de ce corps est dix fois plus grande que l'erreur sur l'ammoniaque.

Je l'ai adoptée cependant parce qu'à cause de sa rapidité, on peut multiplier les analyses, ce dont j'avais besoin dans le cas présent.

Je me suis assuré du reste qu'elle me donnait une exactitude suffisante en analysant par cette méthode une quantité déterminée de tartrate ammonique pur. En calculant ce poids d'après la quantité d'ammoniaque, j'ai retrouvé le poids primitif.

Ces analyses ont été faites soit sur le cristal même étudié optiquement, soit sur des cristaux recueillis au cours de la cristallisation. J'ai constaté que les analyses donnaient sensiblement le même résultat, qu'elles aient été faites sur le gros cristal ou sur de petits cristaux recueillis au commencement ou à la fin de la cristallisation. C'est une preuve que la proportion des deux sels est restée constante dans le mélange. C'est une des raisons, je crois, de l'homogénéité des cristaux obtenus.

Voici quels ont été les résultats de ces analyses :

1er groupe. — Première analyse faite sur des cristaux recueillis au commencement de la cristallisation :

Digitized by Google

Poids de la matière	$4^{gr},563$
Poids de l'ammoniaque	$0^{gr},2138$
Poids du tartrate ammonique $\frac{261 \times 0,2138}{26} =$	$2^{gr},145$
Proportion centésimale de tartrate ammonique. . . . . $\frac{2,145}{4,563} =$	$0^{gr},470$

2e analyse faite sur des cristaux recueillis à la fin de la cristallisation :

Poids de la matière	$4^{gr},103$
Poids de l'ammoniaque	$9^{gr},2845$
Poids du tartrate ammonique $\frac{261 \times 0,2845}{26} =$	$2^{gr},856$
Proportion centésimale de tartrate ammonique. . . . . $\frac{2,856}{6,103} =$	$0^{gr},468$

3e analyse faite sur un morceau de cristal étudié optiquement. Ce morceau contenait la face sur laquelle les mesures avaient été faites.

Poids de la matière	$10^{gr},012$
Poids de l'ammoniaque	$0^{gr}.4707$
Poids du tartrate ammonique $\frac{261 \times 0.4707}{26} =$	$4^{gr},725$
Proportion centésimale de tartrate ammonique . . . . . $\frac{4,725}{10,012} =$	$0^{gr},472$

Digitized by Google

La moyenne de ces trois expériences donne pour la proportion centésimale du tartrate ammonique :

$$p' = 0,470$$

par suite pour le tartrate potassique

$$p = 0,530.$$

Pour les autres groupes, les expériences ont été faites de la même façon, je ne donnerai que les résultats.

2e groupe.

$$p = 0,399$$
$$p' = 0,601$$

3e groupe.

$$p = 0,772$$
$$p' = 0,228$$

4e groupe.

$$p = 0,206$$
$$p' = 0,794$$

5e groupe.

$$p = 0,472$$
$$p' = 0,528.$$

Tels sont les résultats de mes analyses. Ces nombres sont exacts à quelques unités près du 3e chiffre décimal.

Nous pouvons maintenant aborder l'étude de la troisième proposition, relation entre la composition chimique et les coefficients K et K'.

Digitized by Google

CHAPITRE XI

RELATION ENTRE LES INDICES DU MÉLANGE ET SA COMPOSITION CHIMIQUE

Dans les théories que j'ai exposées précédemment, les coefficients K et K′ représentent les fractions de molécule de chacun des composants qui entrent dans une molécule du corps composé.

Une première conséquence de cette proposition est que la somme K + K′ doit être égale à l'unité.

Examinons si cette proposition est satisfaite par les nombres trouvés dans les expériences précédentes.

	VALEUR de K	VALEUR de K′	K + K′	$\Delta = 1 - (K + K')$
1er groupe .	0,514532	0,485439	0,000071	+ 0,000029
2e groupe .	0.383785	0,616251	1,000036	— 0,000036
3e groupe .	0,752231	0,247712	0,999943	+ 0,000057
4e groupe .	0,190326	0,809630	0,999956	+ 0,000044
5e groupe .	0,454475	0,545532	1,000007	— 0,000007

Or, dans le calcul de K et de K′ il entre 9 indices sur lesquels on commet une certaine erreur; les différences trouvées dans le tableau précédent sont donc bien de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience.

Si l'on soumet à la même vérification les nombres trouvés avec la première théorie de M. Mallard, on a les résultats suivants.

Digitized by Google

On a trouvé

$$K = 0,451981$$
$$K' = 0,548515$$

d'où

$$K + K' = -1,000496$$
$$\Delta = 1 - (K + K') = -0,000496.$$

On voit par ce résultat qu'avec cette théorie la différence est environ dix fois plus grande que la différence maxima trouvée avec l'autre formule.

C'est une deuxième raison pour que cette théorie ne soit pas conforme aux faits d'expérience.

Si maintenant nous passons de la composition centésimale à la composition moléculaire nécessaire pour la comparaison, nous trouvons les résultats suivants :

	K	K'
1er groupe.	0,511	0,489
2e groupe.	0,381	0,619
3e groupe.	0,758	0,242
4e groupe.	0,194	0,806
5e groupe.	0,453	0,547

La comparaison est ici beaucoup plus difficile à faire avec les nombres calculés, le calcul conduisant à une approximation beaucoup plus grande que l'analyse chimique, dans les conditions où je l'ai faite tout au moins.

Pour faire cette comparaison, je prendrai les valeurs calculées de K et de K' avec leurs trois premières décimales seulement : j'aurai alors les deux tableaux suivants :

Digitized by Google

	K CALCULÉ	K_1 OBSERVÉ	$\Delta = K_1 - K$
1er groupe. . .	0,514	0,511	— 0,003
2e groupe. . .	0,384	0,381	— 0,003
3e groupe. . .	0,752	0,758	+ 0,006
4e groupe. . .	0,190	0,194	+ 0,004
5e groupe. . .	0,454	0,453	— 0,001

	K′ CALCULÉ	K'_1 OBSERVÉ	$\Delta = K' - K'_1$
1er groupe. . .	0,485	0,489	+ 0,004
2e groupe. . .	0,616	0,619	+ 0,003
3e groupe. . .	0,248	0,242	— 0,006
4e groupe. . .	0,809	0,806	— 0,003
5e groupe. . .	0,545	0,547	+ 0,002

On voit par l'examen de ces deux tableaux, que les différences sont de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience. La troisième proposition est donc vérifiée par mes expériences.

J'ai tenu à séparer cette formule en trois propositions parce que mes expériences ne les vérifie pas toutes les trois avec le même degré de précision.

Tandis que pour les deux premières propositions, les écarts entre les nombres calculés et trouvés ne sont que d'une ou deux unités du cinquième ordre décimal, pour la troisième, elles sont en moyenne de trois unités du troisième ordre décimal. Cela tient à ce fait que l'analyse chimique, telle que je l'ai faite, donne une précision beaucoup moins

Digitized by Google

grande que l'analyse optique du mélange telle que je l'ai conduite.

Cette précision suffit cependant pour fournir un troisième argument contre la première théorie.

Si nous considérons les nombres trouvés avec cette théorie, nous avons le tableau suivant :

K calculé.	0,452
K_1 observé	0,514
$\Delta = K_1 - K$	+ 0,062
K' calculé.	0,548
K'_1 observé.	0,485
$\Delta = K_1' - K$	— 0,063

L'erreur est vingt fois plus grande que l'erreur moyenne avec l'autre théorie.

RÉSUMÉ

En résumé, j'ai, dans ce travail, fait une étude du réflectomètre de Pulfrich : j'ai montré les précautions à prendre et les modifications à lui faire subir pour le transformer en un appareil de grande précision.

J'ai appliqué ces méthodes à la mesure des indices des deux sels de Seignette : dans cette étude, j'ai montré la grande influence sur l'indice de la variation de la température : j'ai indiqué le moyen de trouver le terme de correction relatif à cette variation.

J'ai mesuré ensuite les indices de mélanges de ces deux sels : comparant ces indices à ceux des sels composants, j'ai pu vérifier par une méthode purement physique que :

Digitized by Google

Les trois indices d'un mélange de sels isomorphes sont fonction linéaire des indices des sels composants, cette fonction étant la même pour les trois indices.

Faisant enfin l'analyse chimique de ces mélanges, j'ai vérifié que :

Les deux coefficients entrant dans la fonction linéaire représentent la fraction de molécule de chacun des composants qui entre dans une molécule du mélange isomorphe.

A. Lavenir.

Remarques sur la composition de l'eau de l'Océan Pacifique à 12 heures de latitude nord de Paris.

Par M. C. Chabrié.

M. le Dr Martin a bien voulu me remettre un échantillon d'une eau puisée par lui *à la surface* de l'Océan Pacifique à 12 heures de latitude nord de Paris. L'eau de cette partie de la mer a, dit-on, une richesse plus grande en sel que celle des autres nappes d'eau salée.

Il était intéressant de vérifier cette opinion répandue parmi les voyageurs qui traversent le Pacifique.

J'ai trouvé par litre :

Chlore	24gr,27.
Brome	Pas (ou traces impondérables).
Iode	Comme pour le brome.
Acide sulfurique (SO^4).	3gr,056.

La réaction était absolument neutre et la densité de 1,028 à 26°.

Si l'on cherche quelle est la proportion de chlore contenue dans un litre des eaux de mer les plus chlorurées, on trouve :

Digitized by Google

Océan Atlantique (41°18′ N — 36°28′ O), chlore. . .	20,84
Mer Méditerranée (à Marseille)	21,099
— (à Cette, à 3.500 m. des côtes) .	20,527

Je ne parle pas de la mer Morte, qui contient 174gr,985 de chlore à 300 mètres de profondeur, mais qui ne contient que 17gr,628 de cet élément à sa surface, c'est-à-dire une proportion très voisine de celle de la mer de la Manche qui en renferme, à quelques milles du Havre, 17gr,794 (1).

D'après ces résultats, il semble bien démontré que l'eau du Pacifique à 12 heures de Paris (latitude nord) possède une richesse en chlore, à sa surface, plus considérable qu'aucun autre océan.

Il ne faut pas s'étonner de trouver des quantités de brome très faibles dans des eaux très chlorurées. Le chlore et le brome ne sont pas en quantités ayant des rapports déterminés entre elles. Ainsi, la mer Morte, avec ses 17gr,628 de chlore, dans l'eau de la surface, ne possède que 0gr,167 de brome dans la même eau, tandis que l'eau de Cette en contient 0gr,438, près de trois fois plus pour une proportion de chlore d'un sixième plus forte seulement.

Les variations de l'acide sulfurique semblent au contraire suivre celle du chlore.

Les mers les plus riches sont, à ce point de vue, les mêmes que celles que nous avons citées pour le chlore. Elles renferment :

Océan Atlantique (même point que pour le chlore),	$SO^4 =$	3,029
Mer Méditerranée (Marseille)	—	5,716
— (Cette)	—	2,943

La richesse extraordinaire de l'eau de la mer en sulfates,

(1) Würtz. — *Dict. de Chimie*, t. I, p. 1210.

Digitized by Google

à Marseille, peut tenir au voisinage des côtes. Si on fait cette remarque, on voit que l'eau du Pacifique à 12 heures de Paris est aussi l'eau de mer la plus sulfatée.

Comptes rendus des publications étrangères.

F.-A. Genth. — *On Penfieldite, a new species* (American Jour. of Sci., tom. XLIV, p. 260, 1892).

Ce minéral nouveau est hexagonal, en forme d'aiguilles, de couleur blanche, vitreux.

Dans le tube fermé, il décrépite et donne du chlorure de plomb. Facilement soluble dans l'acide azotique dilué.

Sa composition correspond à la formule $PbO.2PbCl^2$.

A la penfieldite se trouve associé un autre minéral, se présentant sous la forme d'aiguilles, et qui est une variété de penfieldite.

Les autres minéraux associés sont l'anglésite et une petite quantité de laurionite.

Gisement : Laurium (Grèce).

L.-V. Pirsson. — *Datolite from Loughboro (Ontario)* (Id., tom. XLV, p. 101, 1893).

Les cristaux de datolite trouvés à Lacymine, Loughboro (Ontario), sont les plus beaux échantillons de cette espèce qu'on ait trouvés en Amérique. Ils ont une teinte vert jaunâtre, une grande transparence et renferment de très petits cristaux de chalcspyrite. Au premier abord, ils ressemblent à des cristaux de topaze. Les dimensions du plus grand sont : $3 \times 2\frac{1}{2} \times 2$ cm.

Digitized by Google

En orientant le cristal comme l'a fait E.-S. Dana (*System of Mineralogy*, New-York, 1892), les formes observées sont : h^1 (100), g^1 (010), p (001), m (110), g^3 (120), a^4 (101), a^2 (102), ($\bar{1}02$), e^2 (012), c^1 (011), $b^{1/2}$ (111), b^1 ($\bar{1}12$), e_3 (121), $b^1 b^{1/3} g^{1/2}$ (122), $e^{1/3}$ (123).

Wm.-P. Headden. — *Stannite and some of its Alteration Products from the Black Hills* (Id., p. 105).

De ses analyses, l'auteur attribue à la stannine la formule $2RS + Sn S^2$, $R = Cu^{1/2}, Fe^{1/6}, (Zn + Cd)^{1/2}$. Dans ce cas une petite quantité de zinc a été remplacée par du cadmium.

Samuel L. Penfield. — *On Cookeite from Paris and Hebron Maine* (Id., p. 393).

La cookeite se rattache aux micas et aux chlorites ; comme eux, elle a un clivage facile suivant p et cristallise dans le système monoclinique. Le plus gros cristal que l'auteur ait examiné n'avait pas 3 millimètres de diamètre. Les cristaux ont généralement une structure radiée comme s'ils étaient formés de secteurs, chacun de ceux-ci étant composé de lamelles hexagonales unies par leurs bords. Le cristal est rugueux, paraît globulaire ou hémisphérique. Au microscope et en lumière polarisée, une lamelle de clivage présente une partie centrale uniaxe et faiblement biréfringente. La portion externe est composée de six segments égaux et opposés deux à deux. Ils sont biaxes et ceux qui sont opposés s'éteignent simultanément.

Le plan des axes optiques est parallèle au côté extérieur du secteur hexagonal correspondant à la clinopinacoïde et la bissectrice est légèrement inclinée sur ce plan. L'angle des axes est beaucoup plus grand que dans la muscovite.

Digitized by Google

La double réfraction est positive. La portion centrale uniaxe doit être considérée comme composée de lamelles biaxes superposées et groupées de la même manière que le sont les chlorites d'après Tschermak.

La cookeite est associée au quartz, à la lépidolite et à la tourmaline (variété rubellite). Elle paraît provenir de l'altération de cette dernière, d'après M. Brush qui a décrit l'espèce.

La moyenne de deux analyses a donné :

SiO^2	34
Al^2O^3	45,06
Fe^2O^3	0,45
CaO	0,04
K^2O	0,14
Na^2O	0,19
Li^2O	4,02
H^2O	14,96
F	0,46
	99,32

La densité est 2,675. La formule déduite de l'analyse est $H^{12} Li^2 Al^6 Si^4 O^{24}$ ou $Li [Al(OH)^2]_3 Si^2 O^6$.

Collier avait trouvé 2,57 de potasse et 2,82 de lithine.

Alfred J. Moses. — *Mineralogical Notes* (Id., p. 488).

1° *Cristaux de pyrite de Kings Bridge, New-York City.* Ces cristaux sont associés à de la dolomie, à de très petits cristaux de mica, de quartz et quelquefois à du rutile. Les formes observées sont : *p* (100), a^1 (111), $\frac{1}{2}b^2$ (120), (321), (211).

2° *Ettringite de Tombstone, Arizona.* — L'auteur déduit de ses analyses que l'ettringite doit être placée dans le groupe

Digitized by Google

des sulfates basiques hydratés, de la formule générale $2R^2O^3,SO^3 + nH^2O$. La composition de celle d'Arizona serait exprimée par la formule

$$H^{28}Ca^{10}Al^4O^{30},\ 5SO^3 + 40H^2O,$$

ou

$$2[H^{14/5}CaAl^{2/5}O^3]SO^3 + 8H^2O$$

et celle d'Ettringen, étudiée par Lehmann par la formule

$$H^{12}Ca^6Al^2O^{18},\ 3SO^3 + 24H^2O,$$

ou

$$2[H^3CaAl^{1/3}O^3]\ SO^3 + 8H^2O.$$

H. Droop Richmond et Hussein Off, Proc. Ch. Soc., 21 avril 1892, ont décrit dans l'alun de la Basse-Égypte un minéral fibreux, la masrite, contenant un métal nouveau, le *masrium*.

L'analyse de la masrite donne :

SO^3	Al^2O^3	Fe^2O^3	Masrium oxydé et CoO	CoO	FeO	H^2O
36,78	10,62	1,63	0,20	2,56	1,02	4,25	40,35.

Paul Gaubert.

K. Busz. — *Scorodite de Lölling*. (Zeitsch. für kryst XX, p. 555–557.)

Cristaux dépassant rarement 1 millimètre, mais pourvus de facettes qui permettent de bonnes mesures.

Formes observées : $b^{1/2}$ {111}, p {001}, h^1 {100}, g^3 {120}, e^1 {011}, e^2 {012}, a^1 {101}. Les faces $b^{1/2}$ dominent les autres. Les formes e^1 et a^1 n'avaient pas encore été observées.

Rapport des axes : $a : b : c = 0,86944 : 1 : 0,96970$.

Il varie un peu selon la provenance, comme le montre la comparaison des résultats donnés par différents auteurs.

Digitized by Google

Pyrargyrite du Mexique. (Id., p. 557.)

La forme isocéloèdre $b^1 b^{1/3} b^{1/3}$ {11$\bar{2}$6} n'avait pas été observée dans la pyrargyrite. Elle est connue dans l'apatite, l'oligiste et le cinabre.

Anatase de Bourg d'Oisans. (Id., p. 557.)

Forme $b^{1/4} b^{1/1} b^{1/33}$ {11, 3, 44}, représentée par trois de ses faces dans la partie supérieure du cristal.

Diopside d'Achmatowsk. (Id., p. 558.)

Forme nouvelle $d^{1/10}$ {551}, seulement sur un côté du cristal. Face assez large, mais moins brillante que les autres.

Soufre de Milo. (Id., p. 558-560.)

Il remplit les cavités d'un trachyte spongieux et paraît dû à l'hydrogène sulfuré qui, à haute température, a laissé déposer le soufre. Les cristaux se distinguent par leur richesse en facettes autant que par leur volume. On a observé 19 formes. On a trouvé pour rapport des axes

$$a : b : c = 0{,}81304 : 1 : 1{,}90362$$

Soufre de Roisdorf près Bonn. (Id. p. 560-563.)

On le trouve dans un sable, où il forme par endroits des rognons plus ou moins gros. Les cristaux sont très petits, mais parfaits pour la forme et l'éclat. On a observé 23 formes, dont une nouvelle $b^{1/4} b^{1/6} g^1$ {151}; les faces correspondant à cette forme sont relativement larges et ont été remarquées sur beaucoup de cristaux; la forme $b^{1/2}$ {111} domine toutes les autres. Le calcul a donné

$$a : b : c = 0{,}81382 : 1 : 1{,}90767.$$

Soufre de Bassick (États-Unis). — (Id., p. 563.)

Formes nouvelles $b^{3/10}$ {553} et $b^{1/10}$ {551}. Cela porte le nombre des formes observées à 30. La notation g^2 {130} est à supprimer, comme provenant d'une erreur.

Digitized by Google

Soufre de Conil, près Cadix (Espagne). (Id., p. 564.)

Le cristal étudié vient d'une druse d'un morceau de calcaire. Il est maclé suivant a^1 {101}.

B. Doss. — *Sur une formation accidentelle de pseudobrookite, d'hématite et d'anhydrite.* (Id., p. 566-587.)

Ces cristaux sont des produits de sublimation trouvés sur des briques de fours à soude.

Hématite. — Ces cristaux ont été trouvés sur des briques dont la surface avait été fondue. Ils sont tabulaires, d'un éclat métallique. Quelques-uns sont hexagonaux. Les lamelles minces donnent en lumière convergente la figure d'interférence des cristaux uniaxes. Ces lamelles sont solubles à chaud dans l'acide chlorhydrique concentré, et la solution donne seulement les réactions de l'oxyde de fer. Aucunes traces de titane. La forme $a^{1/2}$ $\{01\bar{1}5\}$ n'avait pas été observée dans l'hématite artificielle. Sur la base, stries en triangles parallèles aux arêtes formées par a^1 et $a^{1/2}$. On a observé des macles dont l'axe est la normale au protoprisme e^2 $(10\bar{1}0)$.

Pseudobrookite. — Les briques portant les cristaux n'ont pas subi de fusion superficielle. Ces cristaux sont en tablettes rectangulaires d'un noir rouge brun, d'un éclat adamantin. Les plus minces sont rougeâtres par transparence; vus au microscope en lumière parallèle, ils présentent la coloration caractéristique des composés du titane; extinction parallèle et perpendiculaire à l'allongement des lamelles rectangulaires; en lumière convergente, leurs axes optiques sont très écartés. Réfraction forte. Poids spécifique moyen, 4,63.

Digitized by Google

La moyenne de deux analyses a donné :

Fe^2O^3	66,42
TiO^2	33,59
	100,01

D'où la formule Fe^2TiO^5 ou Fe^2O^3, TiO^2, différente de celle de M. Cederström, $2Fe^2O^3$, $3TiO^2$.

Les angles donnés par les mesures cristallographiques concordent cependant parfaitement avec ceux de la pseudobrookite; l'auteur pense que ses prédécesseurs n'avaient pas une matière assez pure ni suffisante pour l'analyse.

La pseudobrookite Fe^2TiO^5 serait isomorphe de l'andalousite Al^2SiO^5.

Le rapport des axes pour ces deux minéraux est :

Pseudobrookite $a : b : c = 0,97726 : 1 : 0,74310$
Andalousite $a : b : c = 0.98613 : 1 : 0,70238$

L'auteur donne deux tableaux : l'un contient le résultat de ses mesures; l'autre permet de comparer les résultats donnés par les divers auteurs pour la pseudobrookite et fait ressortir son analogie avec l'andalousite.

Quant à la formation de la pseudobrookite, elle serait analogue à celle de l'hématite par $FeCl^3$ et la vapeur d'eau, à celle de la brookite par $TiCl^4$ et la vapeur d'eau; on aurait :

$$TiCl^4 + 2FeCl^3 + 5H^2O = Fe^2TiO^5 + 10HCl.$$

D'après l'auteur, le fer et le titane seraient apportés par les gaz du foyer et empruntés aux cendres du charbon employé dans le procédé Leblanc, lequel contient de la pyrite et du chlorure de sodium.

La production de la pseudobrookite par sublimation confirme l'hypothèse de Koch, qui a découvert ce minéral;

Digitized by Google

d'après lui, ce devrait être un produit secondaire de sublimation, produit par l'action de fumerolles sur la roche primitive.

Anhydrite. — Trouvée en petits cristaux limpides sur le mortier des briques de four fondu superficiellement. On n'avait pas trouvé l'anhydrite comme produit accidentel de formation récente, mais plutôt la glaubérite.

L'acide chlorhydrique des fours à soude a dû agir à haute température sur le silicate de chaux du mortier et produire $CaCl^2$, qui, en présence de H^2SO^4, s'est transformé en $CaSO^4$.

Al. Schmidt. — *Contributions à la connaissance plus exacte de quelques minéraux du groupe pyroxène.* (Zeitsch. XXI, p. 1 à 55.)

Les recherches de l'auteur portent sur le diopside et l'augite ; il a étudié, en ce qui concerne le diopside, 6 cristaux d'Ala, deux types de cristaux d'Achmatowsk, 6 blancs et 5 verts, 7 cristaux de Nordmarken, deux types de cristaux de Schwarzenstein (Zillerthal), 6 presque incolores et 6 plus sombres ; l'augite a été étudié sur 6 cristaux jaunes d'Arany et 2 noirs de la même localité.

Pour chacun de ces types de cristaux, l'auteur donne les résultats de l'analyse de Dölter et une liste bibliographique ; pour chaque cristal, le résultat de ses mesures cristallographiques. Chaque type est caractérisé par l'importance et la fréquence des formes qui le constituent, par les constantes géométriques calculées d'après les meilleures mesures d'angles, et enfin par les constantes optiques, position des axes de l'ellipsoïde des indices et angle des axes optiques.

Digitized by Google

Pour les mesures des angles fondamentaux, l'auteur a tenu compte de la valeur des facettes, fondée sur la réflexion qu'elles donnent, du nombre de lectures faites sur chaque angle et des différences qu'elles présentent ; il s'est assuré de l'orientation du cristal par les propriétés optiques. C'est pour n'avoir pas pris cette dernière précaution que des auteurs ont pu confondre $b^{1/2}$ $\{\bar{1}11\}$ avec e^1 $\{011\}$, a^1 $\{\bar{1}01\}$ avec p $\{001\}$, $b^1d^{1/3}g^1$ $\{\bar{1}21\}$ avec $e^{1/2}$ $\{021\}$, $b^{1/4}$ $\{\bar{2}21\}$ avec $d^1b^{1/3}g^1$ $\{121\}$, $b^1b^{1/2}h^1$ $\{\bar{2}11\}$ avec $d^{1/2}$ $\{111\}$. L'observation des axes visibles sur la face p^1 $\{100\}$ est un moyen facile d'éviter cette confusion et pourrait servir de base à une révision des minéraux du groupe pyroxène. M. Wülfing a commencé cette révision en orientant ses cristaux d'après des phénomènes de corrosion. L'auteur a déterminé 41 faces, dont 9 étaient inconnues : $h^{11/9}$ $\{10,1,0\}$, $h^{4/3}$ $\{710\}$, h^6 $\{750\}$, $g^{5/3}$ $\{140\}$, $g^{7/6}$ $\{160\}$, $e^{5/11}$ $\{0,11,5\}$, $b^{1/2}b^{1/5}h^1$ $\{\bar{4}14\}$, $b^{1/3}b^{1/6}h^1$ $\{\bar{4}21\}$, $b^{1/2}b^{1/5}h^1$ $\{531\}$. Une révision aurait sa raison d'être, puisqu'on a noté 113 formes dans le pyroxène monoclinique.

Si on groupe les cristaux de diopside étudiés d'après la quantité de fer qu'ils contiennent, et que l'on compare d'un côté leurs constantes géométriques, d'un autre leurs constantes optiques, on a les tableaux suivants :

		FeO	MnO	Fe^2O^3	Al^2O^3
		—	—	—	—
I.	Diopside blanc d'Achmatowsk	2,00	0,57	—	—
II.	— d'Ala	2,91	—	—	—
		1,91	—	0,98	0,51
III.	— blanc Zillerthal	3,29	—	0,15	0,25
IV.	— vert —	3,09	—	0,89	1,22
V.	— — Achmatowsh	3,81	—	0,55	0,99
VI.	— — Nordmarken	17,34	0,21	0,76	0,17

Digitized by Google

	$a : b : c$	β	$n_g : c$	2E	2V	n_m
	—	—	—	—	—	—
I.	1,0909 : 1 : 0,5899	74°10′42″	38°34′	111°51′	58°45′	1,68861
II.	1,0895 : 1 : 0,5894	74°15′47″	38°49′	111°55′	59°18′	1,67506
III.	1,0922 : 1 : 0,5887	74°16′28″	40°18′	114°32′	—	—
IV.	—	—	39°4′	111°26′	58°56′	1,67946
V.	1,0951 : 1 : 0,5985	73°31′8″	39°53	112°6′	59°1′	1,68409
VI.	1,0915 : 1 : 0,5848	74°38′59″	45°21′	120°22′	60°44′	1,71625

On voit que la variation de la teneur en fer influe peu sur les constantes géométriques, tandis qu'elle augmente l'obliquité de la ligne d'extinction, l'angle des axes optiques et l'indice moyen de réfraction.

P. Pjanitzky. — *Sur la forme cristalline de l'uranotile.* (Zeitsch. XXI. p. 74-85.)

Cristaux en aiguilles de 1 à 3 millimètres de long sur $0^{mm},017 - 0^{mm},023$ de large. Ils ont été mesurés d'après la méthode microgoniométrique de M. Schrauf. On les rapporte à la forme triclinique. Les faces h^1 {100} et g^1 {010} dominent et sont seules visibles à l'œil nu. A la loupe, on distingue une face de clivage $f^{1/2}$ (111) ; les autres ne sont visibles qu'au microscope.

On a trouvé :

h^1g^1 ou (100) : (010) = 83°24′
h^1g^1 ou (100) : $(0\bar{1}0)$ = 96°38′
ph^1 (001) : (100) = 95°
pg^1 (001) : (010) = 92°53′
$f^{1/2}h^1$ (111) : (100) = 50°30′
$f^{1/2}g^1$ (111) : (010) = 63°30′

Ce qui conduit aux constantes cristallographiques :

$$a : b : c = 0,6257 : 1 : 0,5943$$
$$\zeta = 87°41' \quad \eta = 85°18' \quad \zeta = 96°31'.$$

Digitized by Google

Le minéral se comporte comme optiquement négatif : l'axe n_p coïncide presque avec l'axe a.

Ce minéral étant mieux défini chimiquement que l'uranophane, qui n'a pas encore été trouvé pur et n'a pas donné lieu à des analyses concordantes, et qui, d'ailleurs, n'a jamais été bien déterminé au point de vue cristallographique, l'auteur conclut qu'il vaudrait mieux prendre le nom d'uranotile pour désigner l'espèce et y rattacher l'uranophane comme un minéral chimiquement identique, mais cristallographiquement indéterminé.

K. Zimanyi. — *Sur l'azurite du Laurium.* (Zeitsch. XXI, p. 86-91.

Cristaux allongés suivant l'orthodiagonale ; la plupart ont deux on trois orthodomes dominants et par suite un aspect tabulaire.

Sur 7 cristaux, on a trouvé 28 formes dont 3 nouvelles.

En rapportant le cristal aux axes de Miller et de Dana, ces formes sont notées $a^{5/2}$ $\{\bar{2}05\}$, $a^{5/4}$ $\{\bar{4}05\}$ et $a^{5/6}$ $\{\bar{6}05\}$; on aurait ainsi 68 formes connues.

L. Igelström. — *Friedelite de la mine de Sjö, Grythytte, Suède.* (Zeitsch. XXI, p. 92-95.)

Après Adervielle et la mine de Harstig, c'est la troisième localité où on rencontre ce minéral. Il y est très abondant. On le trouve dans des crevasses en partie remplies de calcite, ce qui montrerait qu'il est de formation relativement récente. La roche voisine est la dolomie, mais quelques centimètres plus loin on trouve l'hématite, l'hausmannite et la jacobsite.

L'analyse s'accorde avec celles de MM. Gorgeu et Flink.

E. Porcher.

Digitized by Google

Note sur les travaux de Marignac.

Par M. Des Cloizeaux, membre de l'Institut.

Sorti le premier de l'École polytechnique en 1837, à l'âge de vingt ans, Galissard de Marignac (Jean-Charles) passa deux ans à l'École supérieure des Mines où il apprit avec le plus grand succès, dans les cours et le laboratoire de Berthier, les connaissances nécessaires à l'analyse minérale.

En 1840, il se rendit à Giessen où il employa six mois, près de l'illustre Liebig, à s'initier aux recherches de la chimie organique. Il fut alors appelé par Brongniart au poste de chimiste de la manufacture de Sèvres; mais il n'y passa que quelques mois et préféra rentrer à Genève où son aïeul s'était réfugié après la révocation de l'Édit de Nantes. Quoique âgé seulement de vingt-quatre ans, on lui offrit la chaire de chimie près l'Académie de Genève, vacante par la mort du professeur Desplanches, et, en 1845, il devint professeur de minéralogie.

C'est dans sa ville natale que, pendant trente-sept ans, cet homme simple et excellent, aussi savant que modeste, partagea tous les instants d'une vie tranquille entre les travaux du laboratoire et les exigences du professorat. Après sa retraite volontaire, en 1878, il poursuivit encore pendant une dizaine d'années, dans son laboratoire particulier, les recherches qui l'avaient occupé toute sa vie.

Au début de sa carrière scientifique, Marignac publia des descriptions cristallographiques et chimiques de minéraux nouveaux ou imparfaitement connus, mais il s'attacha surtout aux travaux qui lui permirent de poursuivre pendant toute son existence la détermination exacte et la correction des poids atomiques d'un certain nombre de

Digitized by Google

corps simples ou de composés qui n'avaient pu encore être fixés définitivement avant lui.

En prenant ses travaux dans l'ordre chronologique, nous trouvons :

Sur les poids atomiques du chlore, du potassium et de l'argent. (1842; Comptes rendus de l'Académie des Sciences, tom. XIV.)

Sur la décomposition par la chaleur du chlorate, du perchlorate, du bromate et de l'iodate de potasse. (1843; Bibliothèque universelle de Genève, Archives, tom. XLV.)

Analyses diverses destinées à la vérification de quelques équivalents chimiques. (1843; Bibl. Univ., tom. XLVI.)

Analyse de la pennine et de la chlorite hexagonale. (1844; Annales de Chimie, tom. X.)

Analyse de la Greenovite de Saint-Marcel. (1844 Bibl. Univ., tom. LIII.)

Notices minéralogiques : Gismondine et Phillipsite du Vésuve; disthène et staurotide du Saint-Gothard; Chrichtonite lamellaire de Saint-Christophe-en-Oisans; Washingtonite du Connecticut; chlorite de Traverselle. (1845; Ann. de Chim., tom. XIV.)

Sur la production et la nature de l'ozone, regardé comme un état allotropique de l'oxygène, (1843; Comptes rendus, tom. XX.)

Sur les relations qui existent entre les propriétés physiques et la composition chimique des corps composés. (1846; Bibl. Univ., tom. I.)

Notices minéralogiques : épidote; humite et chondro-

Digitized by Google

dite du Vésuve; pinite; gigantolite. (1847; Bibl. Univ., tom. IV.)

Notices minéralogiques : liebénérite; diaspore cristallisé du Saint-Gothard; tourmaline? forme nouvelle; mica clinorhombique; pléonaste pseudomorphosé en serpentine, du Monzoni. (1847; Bibl, Univ., tom. VI.)

Sur les poids atomiques du cérium, du lanthane et du didyme. (1849; Ann. de Chim., tom. XXVII.)

Sur la composition et les formes cristallines des nitrates de protoxyde de mercure. (1849; Ann. de Chim., tom. XXVII.)

Recherches sur l'azoture de bore. (1851; Bibl. Univ., tom. XVII.)

Remarques à l'occasion d'un mémoire de M. Delafosse « Sur une relation importante qui se manifeste en certains cas, entre la composition atomique et la forme cristalline des minéraux ». (1851; Bibl. Univ., tom. XVII.)

Recherches sur le didyme et ses principales combinaisons. (1853; Ann. de Chim., tom. XXXVIII.)

Recherches sur la congélation et l'ébullition des hydrates de l'acide sulfurique, travail entrepris pour obtenir l'acide sulfurique monohydraté pur nécessaire à la détermination des chaleurs latentes de volatilisation.

Recherches sur les formes cristallines et la composition chimique de divers sels, comprenant plus de cent onze composés. (1856, 1857 et 1859; Ann. des Mines, tom. IX, XII et XV.)

Sur les relations existant entre certains groupes de

Digitized by Google

formes cristallines appartenant à des systèmes différents. (1857; Comptes rendus, tom. XLV.)

Sur les équivalents chimiques du baryum, du strontium et du plomb. (1858; Bibl. Univ., tom. I.)

C'est surtout à partir de cette époque que Marignac poursuivit l'idée qu'une étude soignée de l'isomorphisme de Mitscherlich conduirait à déterminer la valeur de certains poids atomiques plus sûrement que la mesure des densités de vapeur,

D'ailleurs il montra que, pour arriver à la plus grande exactitude possible, il était bon de recourir à plusieurs méthodes.

Il prépara donc de nombreuses séries de sels isomorphes dont il publia la composition et les formes géométriques. Il commença par l'étude des fluosilicates et des fluostannates et du poids atomique du silicium qu'il fixa au nombre 28, la formule de la silice devenant SiO^2. (1858; Comptes rendus, tom. XLVI.)

De l'application de l'étude des formes cristallines à la recherche des poids atomiques des corps simples et des formules atomiques des corps composés. (1859; Bibl. Univ., tom. VI.)

Sur le poids atomique du graphite trouvé par Brodie. (1860; Bibl. Univ., tom. VIII.)

Recherches chimiques et cristallographiques sur les fluozirconates, dans lesquelles il est démontré que la formule de la zircone doit s'écrire ZrO^2. (1860; Ann. de Chim., tom. LX.)

Recherches chimiques et cristallographiques sur les

Digitized by Google

tungstates, les fluotungstates et les silicotungstates. (1860; Ann. de Chim., tom. LXIX.)

Forme cristalline du sulfate de thorine. (1863; Bibl. Univ., tom. XVIII.)

Recherches sur les acides silicotungstiques et Note sur la constitution de l'acide tungstique. (1864 ; Comptes rendus, tom. LVIII.)

Description des formes cristallines des molybdates alcalins. (1865; Bibl. Univ., tom. XXIII.)

Sur les combinaisons hyponiobiques. (1865; Comptes rendus, tom. LX.)

Sur la constitution de l'acide hyponiobique et de l'acide tantallique et sur leur association dans le règne minéral. (Comptes rendus, tom. LX.)

Recherches sur les combinaisons du niobium. (1866; Ann. de Chim., tom. VIII.)

Recherches sur les combinaisons de tantale. (1866; Ann. de Chim., tom. IX.)

Sur quelques fluosels de l'antimoine et de l'arsenic. (1867; Ann. de Chim., tom. X.)

Essais sur la séparation de l'acide niobique et de l'acide titanique. Analyse de l'æschynite. (1868; Ann. de Chim., tom. XIII.)

Réponse à M. Hermann au sujet de ses recherches sur le niobium et l'ilménium. L'acide ilménique, supposé nouveau par Hermann, n'est qu'un mélange d'acide titanique et d'acide niobique. (1867; Bibl. Univ., tom. XXVII.)

Digitized by Google

Recherches sur la réduction du niobium et du tantale. (1868; Comptes rendus, tom. LXVI.)

Sur la chaleur latente de volatilisation du sel ammoniac et de quelques autres substances. (1868; Comptes rendus, tom. LXVII.)

De l'influence de l'eau sur les doubles décompositions salines et sur les effets thermiques qui les accompagnent. (1869; Comptes rendus, tom. LXIX.)

De l'influence prétendue de la calcination sur la chaleur de dissolution des oxydes métalliques. (1871; Bibl. Univ., tom. XLII.)

Notices chimiques et cristallographiques sur quelques sels de glucine et des métaux de la cérite. (1873; Bibl. Univ., tom. XLVI.)

Sur la solubilité du sulfate de chaux et sur l'état de sursaturation de ses dissolutions. (1873; Bibl., Univ., tom. LXVIII.)

Sur la diffusion simultanée de quelques sels. (1874; Bibl. Univ., tom. L.)

Sur les chaleurs spécifiques des solutions salines. (1876; Bibl. Univ., tom. LV.)

Sur les équivalents chimiques et les poids atomiques comme base d'un système de notation.

Sur les terres de la Gadolinite. (1878; Bibl. Univ., tom. LXI.)

L'ytterbine, terre nouvelle contenue dans la Gadolinite. (1878; tom. LXIV.)

Digitized by Google

Sur les terres de la Samarskite. (1880, Comptes rendus, tom. XC.)

Vérification de quelques poids atomiques : bismuth, manganèse, zinc, magnésium. (1883; Bibl. Univ., tom. X.)

Sur une prétendue association par cristallisation de corps n'offrant aucune analogie de constitution atomique. (1884; Bibl. Univ., tom. XI.)

Réflexions sur le groupe des terres rares. (1887; Bibl. Univ., tom. XVII.)

Dans cette courte note, j'ai surtout cherché à faire ressortir les travaux qui exigeaient les profondes connaissances cristallographiques et chimiques mises en œuvre par le savant membre honoraire de notre Société.

Deux autres notices publiées, l'une au commencement de juillet, par M. E. Ador, dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles* de Genève; l'autre par M. Grimaux, membre de l'Institut, dans la *Revue scientifique*, montrent la grande place que Marignac, correspondant de l'Institut depuis 1866, a occupée dans les discussions les plus élevées sur les équivalents ou les poids atomiques des corps simples et leur détermination exacte, qui ont préoccupé les plus grands chimistes de la seconde moitié du XIXe siècle.

Le Secrétaire, gérant,
PAUL GAUBERT.

Paris. — Imp. CHAIX (Succ. B), rue de la Ste-Chapelle, 5. — 1311-94.

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1894. — BULLETIN N° 7.

Compte rendu de la séance du 8 Novembre 1894.

PRÉSIDENCE DE M. MICHEL LÉVY.

M. le PRÉSIDENT annonce la présentation de M. E.-A. Wülfing, professeur à l'Université de Tübingen (Wurtemberg), présenté par MM. de Mauroy et L. Michel.

FRANÇOIS-ERNEST MALLARD

Par G. WYROUBOFF.

La mort subite et inattendue de Mallard est non seulement un deuil pour notre Société, elle est une perte immense pour la science au nom de laquelle notre Société s'est constituée, pour la France que Mallard a servie avec tant de dévouement, pour le monde savant tout entier dans lequel il occupait une si grande place.

Rien ne pouvait faire prévoir cette catastrophe. Il nous semblait à tous que la robuste constitution de Mallard et la vigueur de son esprit lui réservaient encore une longue suite d'années de travail. Mais la mort a parfois de ces

Digitized by Google

cruelles brutalités. Au sortir d'une séance du Conseil général des Mines, le 6 juillet, il était rentré chez lui vers 5 heures, sans ressentir aucun malaise ; à 7 heures, lorsqu'on entra dans sa chambre, il avait cessé de vivre. Pour ceux qui survivent, pour ceux qui ont aimé ce noble cœur et admiré cette belle intelligence, je ne connais rien de plus douloureux, de plus poignant que cette forme soudaine de la mort, pourtant si douce et si enviable.

Mallard venait à peine d'entrer dans sa soixante-deuxième année — il était né le 4 février 1833 à Châteauneuf (Cher). Après avoir terminé ses études à l'École Polytechnique et à l'École supérieure des Mines, il entra dans la carrière d'ingénieur en 1856. Sa biographie peut tenir tout entière en quelques lignes : il était de ceux qui vivent par et pour la science, partageant leur temps entre le cabinet, le laboratoire et l'amphithéâtre, et ne donnant à la vie extérieure que les rares moments de loisir.

Successivement ingénieur de la Creuse, professeur à l'École des Mineurs de Saint-Étienne (1859), à l'École supérieure des Mines à Paris (1872), membre du Conseil général des Mines et chargé de l'inspection de la division minéralogique du Nord-Est (1890), enfin membre de l'Académie des sciences (1890), il a résolu ce problème en apparence insoluble, de remplir avec une scrupuleuse exactitude les nombreux devoirs qui lui incombaient, sans jamais cesser de se livrer aux recherches de la science pure, sans jamais interrompre la série des découvertes de premier ordre qui resteront attachées à son nom.

Deux incidents sont seuls venus déranger le cours de cette paisible existence. Un voyage de quelques mois au Chili (1869), d'où il rapporta de très intéressantes observations sur les terrains quaternaires qui avoisinent les Andes, et la terrible guerre de 1870.

Digitized by Google

Commandant le génie auxiliaire du 18e corps dans l'armée de l'Est, il prit part à la bataille de Villersexel, assista à la défaite, se réfugia en Suisse et ramena peu après son détachement à Grenoble. Bien peu de ses meilleurs amis ont connu ce détail biographique, car il n'en parlait jamais. Patriote ardent et convaincu, il n'avait sans doute pas pu s'habituer au pénible souvenir de l'irréparable désastre.

Mais si la vie de Mallard est pauvre en faits extérieurs dignes d'être notés, combien riche elle est en travaux remarquables qui ont fait faire en quelques années des progrès immenses à la science qu'il cultivait, à l'art de l'ingénieur auquel il n'a cessé de s'intéresser !

Quelles que soient les idées particulières qu'on peut avoir sur les théories actuellement régnantes, il est une chose, en effet, qui demeure certaine et sur laquelle tout le monde est d'accord, c'est que Mallard a laissé après lui une trace lumineuse, qu'il a transformé — je dirais presque révolutionné — la cristallographie. Si nous nous reportons à vingt ans en arrière, nous trouvons la cristallographie dans un état fort précaire, cherchant à perfectionner des méthodes de calcul et n'aboutissant à aucune vue d'ensemble pouvant servir à interpréter les phénomènes qui se passent dans les corps cristallisés. Elle s'était déjà trouvée dans la même situation avec l'exactitude des méthodes en moins, il y a de cela un siècle. Romé de l'Isle et Haüy les en ont fait sortir en créant de toutes pièces le terrain qui leur permettait de croître et de progresser.

Mais l'influence de ces deux hommes vraiment supérieurs fut de courte durée ; les anciennes habitudes et les vieilles opinions reprirent bien vite le dessus. L'étude des cristaux, au lieu de devenir franchement une annexe des sciences physiques, arriva avec les écoles de Weiss, de

Digitized by Google

Werner et de Mohs à n'être plus qu'une annexe de la minéralogie qui avait pour but principal de décrire avec le plus de précision possible l'un des trois « règnes de la nature ». Sans doute, et malgré les apparences, rien n'est livré au hasard en matière de développement scientifique, et tout y a sa raison d'être. Au moment où Haüy était à l'apogée de sa gloire, la physique n'était pas prête pour profiter des lois remarquables qu'il venait de découvrir. Elle avait trop à faire dans sa lutte avec les difficultés que toute science rencontre à ses débuts, pour prêter attention aux conditions particulières que la symétrie cristalline introduisait.

Ce n'est pas que les physiciens soient restés indifférents à cette nouvelle façon d'envisager les corps doués de propriétés physiques, et un physicien célèbre, dont Mallard s'est toujours honoré d'avoir été l'élève, donna dès 1849 une théorie de la structure des milieux cristallisés. Mais les travaux de Bravais n'étaient pas venus à leur heure, ils ne furent pas compris et passèrent inaperçus. La cristallographie était entre les mains des naturalistes, et la physique n'était pas familière avec la notion de symétrie. La théorie de Bravais, il faut bien le dire du reste, portait en elle-même la cause de son impopularité. Théorie essentiellement physique, elle n'était impeccable qu'au point de vue de la géométrie pure, elle laissait en suspens bien des questions fondamentales qui intéressaient le plus la physique des corps cristallisés.

Tel était l'état des choses quand Mallard publia son mémoire sur les *Anomalies optiques*. Ce mémoire, suivi bientôt de plusieurs autres qui se succédèrent à de courts intervalles, fut une véritable révélation. A les considérer dans leur texte dont la rédaction portait ce caractère de modestie qui distinguait leur auteur, ces mémoires ne paraissaient

Digitized by Google

avoir apporté que des faits nouveaux venant s'ajouter à des faits déjà connus, et une théorie nouvelle, très ingénieuse sans doute, mais qui semblait à ce point contestable qu'elle fut contestée à l'origine avec des apparences de raison. En réalité, ils renfermaient tout un monde de conceptions originales que les progrès de la science forcent les adversaires à accepter une à une, et dont la fécondité est très loin d'être épuisée. Le point de départ de la théorie de Bravais était la notion précise de l'homogénéité. Dans une direction donnée, les molécules matérielles étaient semblables et devaient être semblablement orientées. C'était là son palladium, mais c'était là aussi son côté faible. Il existe des corps nombreux dans lesquels cette homogénéité n'existe pas, et qui sont cependant des corps nettement cristallisés possédant des propriétés physiques sinon constantes, du moins soumises à des lois rigoureusement déterminées.

En découvrant ces lois par une série de recherches qui resteront comme des modèles de patience et de sagacité, Mallard s'est élevé à une conception générale qui amende et rectifie la théorie de Bravais, qui la rend surtout directement applicable à l'interprétation d'un ensemble de faits paraissant lui échapper complètement.

Cette conception, qu'il n'a jamais formulée sous une forme dogmatique et dont il réservait l'exposition pour le troisième volume de son *Traité de Cristallographie*, a été souvent bien mal comprise, si l'on en juge par les objections qu'on lui oppose actuellement encore et qui ne l'atteignent à aucun degré. Résumée d'une façon aussi simple et aussi concise que possible, elle peut être ainsi formulée : les édifices cristallisés ne possèdent pas nécessairement l'homogénéité que Bravais avait pris pour base de sa théorie des réseaux; les molécules qui les composent, quali-

Digitized by Google

tativement identiques, ne sont pas toujours parallèles entre elles et peuvent prendre dans l'espace des orientations différentes soumises aux mêmes lois que celles de la symétrie cristalline.

Ce fait très général, absolument nouveau, car il n'avait même pas été entrevu, se rattache directement à un fait plus général encore, depuis longtemps connu, celui-là, mais dont on n'avait su tirer aucun profit. On a signalé très anciennement, en effet, l'existence de formes intermédiaires entre deux symétries différentes, et on les a désignées, dès l'origine, sous le nom de *formes limites*. Ces formes, d'abord rares, puis devenues plus fréquentes à mesure qu'avançaient nos connaissances des espèces cristallines, sont actuellement, après les recherches de Mallard, les types généraux vers lesquels tendent tous les corps cristallisés.

Ils y arrivent par deux voies différentes : ou bien par la *forme* de leurs réseaux, le plus souvent très voisins d'un réseau ter-quaternaire, ou par un *groupement régulier* de réseaux dont la symétrie peut être quelconque.

Il semble à première vue que cette conception vraiment géniale de Mallard ne soit qu'une addition à la théorie de Bravais lui permettant d'interpréter un grand nombre de phénomènes devant lesquels elle se trouvait impuissante. Elle a pourtant une portée bien plus haute; elle donne largement accès à un domaine entouré jusque-là d'une impénétrable muraille, et permet désormais de le défricher avec tous les perfectionnements modernes des méthodes scientifiques.

La théorie de Bravais, malgré son incontestable supériorité sur les théories de ses prédécesseurs et de ses successeurs, malgré le point de vue exclusivement physique qui lui sert de point de départ, ne pouvait interpréter

Digitized by Google

que la *forme géométrique* des cristaux, elle plaçait au second plan et laissait indécise la question de *leur structure*.

Le but que poursuivait Bravais était de déduire l'ensemble des conditions de symétrie possible des polyèdres cristallins, en partant d'une propriété physique qui n'était soumise à aucune condition de symétrie. Ce but, il l'a atteint de la façon la plus complète et la plus satisfaisante. Restait à savoir encore comment et de quelle manière pouvait être construite la matière à laquelle les polyèdres cristallins servaient d'enveloppe. C'est ce problème infiniment plus complexe que Mallard a traité avec une sagacité que les adversaires eux-mêmes sont obligés d'admirer. Avec Bravais, la cristallographie a acquis la base physique qui lui manquait ; avec Mallard, la cristallographie a cessé d'être une science indépendante, elle est devenue ce qu'elle devait devenir, un chapitre particulier de la physique, chapitre tellement nouveau qu'il est ignoré encore du plus grand nombre de cristallographes et de la plupart des physiciens.

La conception de Mallard, considérée dans sa grande généralité, aboutit en effet à la théorie *des milieux symétriques, abstraction faite de la forme géométrique que ces milieux peuvent revêtir*. Cette théorie, dont on avait à peine entrevu la possibilité et dont l'absence avait paralysé les efforts des plus grands physiciens, Mallard l'a exposée dans les deux volumes de son admirable *Traité de Cristallographie*. Peut-être ne l'a-t-il pas assez condensée et l'a-t-il trop laissé chercher entre les lignes, mais sa préoccupation était d'en montrer la fécondité, non d'en démontrer la vérité. En cela comme en beaucoup d'autres choses, il a eu grandement raison : une théorie ne se prouve et ne s'établit que par les résultats qu'elle peut donner.

La théorie des groupements cristallins eût pu être discutée

Digitized by Google

pendant longtemps encore, malgré son évidente clarté, si des découvertes de premier ordre, se succédant rapidement, n'étaient venues lui apporter une éclatante confirmation. On peut toujours contester un point de vue général, parce qu'on peut toujours lui substituer une hypothèse plus ou moins ingénieuse; il n'est guère possible de nier des faits particuliers, alors même qu'ils renversent les idées admises. Mallard a eu ce privilège rare, même parmi les savants les plus justement célèbres, d'être à la fois un profond penseur et un observateur merveilleusement habile. Chez lui, la théorie et la pratique marchaient toujours côte à côte, et l'on ne saurait trop dire si c'est par ses conceptions d'ensemble ou par ses observations de détail qu'il a contribué le plus à transformer complètement l'étude des corps cristallisés. Tout se tient en effet dans son œuvre, tout y concourt vers un même but, et il a eu le droit de dire « que les conclusions qu'il avait formulées n'étaient que la traduction immédiate et sans l'intervention d'aucune hypothèse des faits incontestés qu'il avait observés et décrits ».

Cela n'a pas empêché cette théorie d'être combattue surtout en Allemagne, non point au nom de quelque autre théorie supposée meilleure, mais au nom de vieilles idées qu'on ne se décidait pas à abandonner et qu'on essayait d'étayer par toutes sortes d'invérifiables hypothèses. La discussion qui s'engagea à ce sujet a été pendant plus de quinze ans la grande préoccupation de tous ceux qui, de près ou de loin, s'occupent de cristallographie. N'eût-elle eu d'autre résultat que celui de provoquer un grand mouvement d'idées et d'innombrables recherches qui ont fait faire à la science des progrès rapides et inattendus, le nom de Mallard devrait être cité parmi les premiers savants de notre temps. Mais elle a eu un résultat bien

Digitized by Google

autrement considérable, elle a donné pleinement raison à Mallard, elle a définitivement déplacé le centre de gravité de la cristallographie qui, désormais, ne peut plus être cultivée comme une science descriptive, parce qu'elle s'est élevée au rang de science rationnelle.

Non pas sans doute que les adversaires qui avaient engagé la bataille aient tous capitulé, mais ils ont abandonné leurs hypothèses premières et les ont remplacées par d'autres hypothèses, les unes assez vagues pour n'être que des interprétations purement verbales, n'engageant aucune doctrine, les autres suffisamment élastiques pour rentrer sans trop d'efforts dans le cadre des idées nouvelles.

On ne peut s'empêcher d'admirer cette lutte inégale d'un seul contre le plus grand nombre, lutte sans bruit et sans fracas, dans laquelle Mallard ne s'est jamais départi de son exquise courtoisie, et que notre Société a suivie pas à pas. Aux arguments qu'on lui opposait et aux interprétations diverses qu'on imaginait, Mallard répondait par des observations nouvelles dont on était obligé de reconnaître la parfaite exactitude. C'est ainsi que nous avons vu se succéder une série de mémoires qui n'étaient, si l'on en juge par les titres, que des séries de faits particuliers et qui développaient et complétaient, par des arguments de plus en plus décisifs, la théorie des groupements cristallins et du croisement des lames minces.

Dans son travail sur les *Anomalies optiques*, Mallard avait montré qu'un cristal appartenant à une symétrie supérieure pouvait n'être qu'un empilement régulier de réseaux de symétrie inférieure, il avait montré que des cristaux incontestablement hexagonaux, quadratiques ou cubiques possédaient parfois dans leurs éléments constituants une symétrie sans aucun rapport avec leur forme extérieure.

Peut-être eût-on accepté d'emblée sa façon d'envisager

Digitized by Google

les choses, s'il n'avait pas fait trembler sur sa base l'arche sainte de la cristallographie ancienne : les corps cristallisant dans le système cubique. Pendant un demi-siècle, dans tous les traités et manuels de cristallographie, le système cubique occupait la place d'honneur, ne laissant aux systèmes moins symétriques qu'un espace infiniment restreint, et pourtant les substances cubiques ont été et sont encore de bien rares exceptions. Cela tenait sans doute à la prédominance du point de vue géométrique en cristallographie et à la complexité géométrique de la symétrie ter-quaternaire qui permettait une série d'élégantes transformations des formules de la géométrie analytique. On s'était si bien habitué à voir dans le cube une forme parfaite dont toutes les autres formes du système dérivaient par une série de troncatures appropriées, qu'il parut impossible de le considérer comme dérivé lui-même de formes beaucoup moins symétriques.

C'est à propos des substances cubiques que la discussion s'engagea et qu'elle fut particulièrement passionnée ; les adversaires crurent un instant avoir la victoire en main. On savait déjà que le verre, une substance amorphe et homogène, ayant par conséquent toutes les symétries possibles, pouvait acquérir la biréfringence et posséder même dans certaines conditions de trempe deux axes optiques. On multiplia les expériences et l'on découvrit bientôt que d'autres corps colloïdes étaient susceptibles d'imiter d'une façon frappante toutes les particularités optiques des corps cristallisés. Dès lors, plus de doute : les cubes optiquement uniaxes ou biaxes ne sont que des cubes isotropes ayant subi, dans je ne sais quelles circonstances et par des forces complètement inconnues, des déformations plus ou moins profondes. Ce n'était sans doute pas là une explication au sens scientifique du mot, mais en matière de

Digitized by Google

corps cristallisés, on était depuis longtemps habitué à se contenter d'interprétations beaucoup moins ingénieuses; aussi l'hypothèse de la trempe fut-elle saluée en Allemagne comme un triomphe décisif sur la théorie de Mallard. Le hasard fit pourtant que parmi les substances pseudo-cubiques, on en rencontra un certain nombre qui permirent d'étudier les phénomènes non plus seulement à un point de vue général, mais avec toute la rigueur des méthodes physiques.

Il faut citer ici en première ligne la boracite. Mallard y est revenu à plus d'une reprise, précisant de plus en plus, par des observations optiques délicates, les conditions de structure de ce corps remarquable, démontrant avec une évidence toujours plus grande l'insuffisance et l'invraisemblance des interprétations qui avaient été proposées. La boracite présente sous ce rapport un exemple particulièrement intéressant. M. Klein avait montré que lorsqu'on en chauffait une lame taillée dans n'importe quelle direction, elle se remplissait de lamelles hémitropes, Mallard montra qu'à une température plus élevée, les hémitropies disparaissaient en même temps que la biréfringence et que le corps devenait réellement cubique. Les cristallographes allemands en tirèrent cette conclusion bizarre que la boracite était, au moment de sa cristallisation, géométriquement et optiquement cubique, que la trempe la rendait secondairement biréfringente sans changer sa symétrie, et que la chaleur la ramenait à son état premier. On arrivait ainsi à la conception d'un corps cubique dont la symétrie ter-quaternaire n'était caractérisée que par son extrême instabilité.

C'est à l'occasion de cette discussion que Mallard entreprit une étude approfondie de l'action de la chaleur sur la boracite et arriva à la conclusion que « la calcination ne

Digitized by Google

modifie ni la forme de l'ellipsoïde d'élasticité, ni la position des six orientations différentes qu'on peut lui donner; elle ne modifie que le choix fait, en quelque sorte, par chaque partie de la lame cristalline entre ces six orientations ». Toute la théorie des corps pseudo-symétriques est dans cette conclusion que j'ai citée textuellement. Ces corps ont beau présenter les apparences les plus variables, les propriétés optiques y sont soumises à des lois rigoureuses qui sont les mêmes que celles qui régissent la symétrie du *groupement*, non *des corps groupés*. La boracite n'est donc à aucun degré anomale, elle est et reste orthorhombique jusqu'à la température où par une transformation dimorphique, elle devient brusquement cubique; seul le groupement des douze individus dont elle se compose, se modifie suivant les lois de la symétrie cubique. On avait ainsi la solution complète et définitive du problème dans sa plus grande généralité, car ce qui était vrai dans le cas d'une substance cubique l'était à fortiori dans les cas beaucoup plus simples des substances de symétrie inférieure. Et pourtant même présentée sous cette forme si simple et si manifestement évidente, la solution ne fut pas admise par la majeure partie des cristallographes. Cela tient à ce qu'ils s'étaient habitués de longue main à subordonner l'ensemble des phénomènes physiques à la forme géométrique qui seule était entrée dans le cadre de leurs études. Les propriétés optiques, thermiques, électriques n'existaient pour eux que comme des caractères distinctifs de la symétrie, ils les prenaient toutes faites de la physique sans s'inquiéter si elle les avait bien faites. Or, la physique les avait étudiées d'une façon tout à fait insuffisante et précisément par une raison analogue : elle ne s'était nullement préoccupée des diverses façons d'être de la symétrie. Pour aboutir à un résultat utile, il fallait que les cristallographes

Digitized by Google

apprissent un peu de physique, et les physiciens un peu de cristallographie.

Le grand mérite de Mallard a été d'avoir instruit à la fois les uns et les autres et d'avoir jalonné le terrain qui leur appartient en commun. Dans le second volume de son *Traité de Cristallographie*, il a donné la théorie complète de l'ellipsoïde, montrant par des raisonnements sans réplique, que cette surface n'était en somme que la représentation géométrique de la continuité des phénomènes dans les milieux doués de symétrie, comme les réseaux de Bravais n'étaient que la figuration de leur discontinuité dans ces mêmes milieux. Dans un mémoire paru deux ans plus tard, et dans lequel il discutait les hypothèses qui lui avaient été opposées, il rappela avec cette bonhomie qui lui était propre, les cristallographes, ses adversaires, aux notions les plus indiscutables de la physique en démontrant qu'un corps trempé ne pouvait pas être un corps cristallisé. On peut donc désormais considérer la discussion comme épuisée et attendre sans impatience le jour prochain sans doute, où physiciens et cristallographes cultivant la même spécialité et poursuivant le même but, rendront un hommage unanime à la mémoire de l'homme de génie que nous venons de perdre.

Si je me suis étendu avec quelque détail sur une question qui pourrait paraître très particulière dans l'œuvre considérable de Mallard, c'est qu'elle marque le point culminant de sa carrière scientifique, qu'elle englobe pour ainsi dire et détermine tout le reste. Les groupements de cristaux se présentant tantôt sous forme de macles, dans lesquelles les individus juxtaposés ou enchevêtrés se reconnaissent à l'œil nu, tantôt sous forme d'assemblages dont le microscope peut seul démêler la complexité, tantôt enfin sous forme de polyèdres pseudo-symétriques, dans lesquels le

Digitized by Google

mélange est si intime que la lumière polarisée elle-même devient parfois insuffisante, c'est là, en effet, le phénomène général qui a permis à Mallard d'expliquer tous les faits restés obscurs.

Parmi ces faits j'en citerai deux, parce qu'ils ont par eux-mêmes une importance théorique capitale, et parce qu'ils ont donné à la théorie de Mallard une éclatante confirmation. On connaît le fait curieux de la déviation du plan de polarisation dans certains corps cristallisés, observé depuis bien longtemps et qui avait défié pendant plus d'un demi-siècle les efforts des plus illustres physiciens, car l'interprétation qu'en avait donnée Fresnel, n'en était pas une; elle se réduisait à une identification cinématique à coup sûr très légitime, mais sans rapport aucun avec les conditions physiques du phénomène. La question n'était pas de savoir comment un rayon rectilignement polarisé pouvait éprouver une déviation, mais de se rendre compte pourquoi cette déviation se produisait dans une certaine espèce de milieux cristallisés. Mallard a donné la solution complète de cette question, sans avoir recours à aucune hypothèse. Il lui a suffi pour cela de considérer le cristal doué du pouvoir rotatoire comme un groupement régulier de molécules différemment orientées, et de suivre pas à pas la marche du rayon lumineux dans un semblable groupement. De nombreux faits d'observation sont venus témoigner en faveur de cette belle théorie, aucun jusqu'ici n'a été en contradiction avec elle. C'est d'une façon analogue qu'il expliqua la dispersion tournante de la prehnite découverte par M. Des Cloizeaux, et en calcula exactement toutes les particularités.

Non moins remarquable est sa conception des propriétés optiques des mélanges isomorphes. Au moment où il publiait ses premières recherches théoriques sur ce sujet, il

Digitized by Google

n'existait qu'un très petit nombre de faits expérimentaux et encore ces faits n'étaient-ils que de grossières approximations. Il a traité la question à deux points de vue différents. D'abord (1876) en supposant que la réaction élastique que produit un milieu composé de deux ou de plusieurs portions différentes, équivalait à une réaction qui serait la résultante des réactions de ces différentes portions. Plus tard (1881) abandonnant cette hypothèse, il a considéré plus simplement, un mélange de corps isomorphes comme formés de molécules complexes comprenant plusieurs mailles du réseau dont les nœuds étaient occupés par les molécules simples des corps mélangés. On retombait ainsi sur le problème de la superposition de lames minces qu'il avait déjà traité d'une façon complète. Il démontre qu'on arrive dans les deux cas à une fonction linéaire entre les indices des corps mélangés et les indices du mélange, seulement dans le premier la fonction relie les carrés des inverses des indices, et dans le second les indices eux-mêmes. Jusqu'à ces derniers temps nous n'avions aucun moyen de décider entre les deux formules; un récent travail semble démontrer de la manière la plus concluante, que c'est la seconde qui est la vraie. C'est donc là un triomphe nouveau à l'actif de cette féconde théorie optique des lames minces superposées qui est tout entière l'œuvre de Mallard.

A côté de ces questions de premier ordre il en existe d'autres, moins importantes peut-être, mais non moins intéressantes, sur lesquelles les travaux de Mallard ont jeté une vive lumière. Je rappellerai ici sa théorie si simple et en même temps si générale, qui rattache les macles à la structure reticulaire. Cette théorie, qui donne un moyen très facile de débrouiller les cas les plus complexes, a rendu déjà de grands services à tous ceux qui s'occupent d'anomalies optiques, en permettant de déterminer avec exac-

Digitized by Google

titude la symétrie réelle d'un édifice cristallin, et en faisant disparaître beaucoup d'inexplicables exceptions. Je rappellerai aussi ses recherches sur le polymorphisme, dont il a essayé de donner, prématurément peut-être, une théorie d'ensemble, et dont il a, en tous cas, enrichi l'histoire d'un grand nombre de faits observés avec une rare exactitude. Il a été le premier, en effet, à remplacer dans cet ordre d'observations les appréciations arbitraires essentiellement contestables, par des mesures optiques pouvant toujours être vérifiées.

La qualité maîtresse de Mallard était sa puissance de généralisation, lui permettant de ramener sans effort les apparentes exceptions aux règles, déduite de la théorie. On ne s'étonne donc pas de le voir se complaire dans ces grandes questions qui embrassent un vaste domaine de faits, et dont la solution change le caractère de toute une branche du savoir humain. Ce qui surprend davantage, car on n'est pas habitué à rencontrer la réunion d'aptitudes aussi diverses, c'est de le voir descendre dans le menu détail des faits particuliers, ou s'occuper des perfectionnements d'un instrument de mesure, et apporter là encore ce cachet d'originalité qui le distinguait. Cette originalité n'apparaît-elle pas d'une façon frappante dans ses mémoires sur les différentes variétés cristallisées de la silice, sur ces curieux minéraux si voisins et si dissemblables, auxquels il a donné le nom de Boleïte et de Cumengeïte, dans ces modifications du goniomètre de Wollaston qu'il a proposées, qui sont aujourd'hui généralement adoptées et qui permettent non seulement de mesurer sans difficulté de très petits cristaux à faces peu réfléchissantes, mais encore, et sans les changer de place, de déterminer avec une approximation assez satisfaisante, les indices de réfraction; enfin dans cet appareil dont il a donné la

Digitized by Google

théorie et qui rend possible la mesure très suffisamment exacte de l'angle des axes optiques dans des cristaux microscopiques.

Ceux qui parcourront la liste des travaux que je joins à cette notice, en songeant au court espace de temps auquel ils se rapportent et à l'importance des résultats acquis, n'hésiteront pas à placer Mallard au premier rang dans cette pleïade d'hommes qui ont illustré notre siècle. Digne successeur à la fois de Haüy, de Fresnel et de Bravais, il a perfectionné, complété et surtout unifié leur œuvre par une conception hardie, dont nous admirons aujourd'hui la puissance et dont tout le monde demain reconnaîtra la vérité.

Et pourtant Mallard n'était pas absorbé tout entier par ses recherches minéralogiques. Il consacrait encore une partie de son temps à des expériences d'un tout autre ordre qu'il avait commencées tout seul avec des moyens insuffisants, en 1869, et qu'il a poursuivies jusqu'au dernier jour. M. H. Le Chatelier, son collaborateur le plus assidu et le plus intime, a bien voulu me donner sur cette partie de son œuvre qui échappe à ma compétence, une note détaillée que je ne fais que résumer ici.

En sa qualité d'ingénieur, Mallard s'était trouvé en présence du redoutable problème de la sécurité des mines grisouteuses, dont on cherchait depuis longtemps la solution, sans l'avoir jamais examiné sous toutes ses faces. Les explosions du grisou ont une double origine : les lampes et les coups de mine. Mallard étudia ces deux causes permanentes du danger, non par des tâtonnements empiriques comme on l'avait fait bien des fois avant lui, mais par les méthodes toujours sûres des sciences exactes, et arriva rapidement à des conclusions dont les conséquences pratiques ont été considérables.

Digitized by Google

Il montra d'abord que le danger des lampes de sûreté tenait à deux ordres de conditions. Les unes intrinsèques: forme des enveloppes métalliques, dimensions des mailles, vitesse du courant gazeux, et sur lesquelles on a prise, dans une certaine mesure du moins; les autres extrinsèques : température d'inflammation du grisou, température de sa combustion, vitesse de propagation de sa flamme qu'on ne connaissait à aucun degré. Ce sont ces dernières conditions, de beaucoup les plus importantes, que Mallard étudia non seulement pour les divers mélanges combustibles du grisou pouvant se rencontrer dans les mines, mais encore pour des mélanges qui renfermaient un grand nombre d'autres gaz : hydrogène, oxyde de carbone, gaz d'éclairage, sulfure de carbone. Il arriva ainsi à formuler une théorie générale des lampes de sûreté, rattachant leurs propriétés particulières aux propriétés des milieux dans lesquels elles peuvent ou ne peuvent pas être employées sans danger.

Les explosifs soulevaient une question plus importante encore car les statistiques ont montré que les deux tiers des accidents leur sont imputables. Mallard a résolu la question d'une façon complète par une série de mémorables recherches. Il commença par étudier la chaleur spécifique et la dissociation des gaz à une température élevée, ce qui lui permit de donner pour le calcul de la puissance des explosifs des formules qui sont actuellement continuellement employées. Ce point de départ une fois fixé, il lui fut possible de prévoir que l'inflammation du grisou pouvait être évitée. En effet, bien que la température d'inflammation du grisou soit de 650° seulement, tandis que la température de combustion des explosifs alors employés dépassait 2000°, il avait remarqué cette particularité curieuse, que le grisou pour prendre feu devait être maintenu pendant un temps

Digitized by Google

Digitized by Google

E. MALLARD

(1893-1894)

Digitized by Google

relativement long à une température élevée. Si donc on parvenait à obtenir un refroidissement suffisamment rapide des produits de l'explosion, le grisou ne s'allumerait pas. Un refroidissement brusque n'est possible que pour les explosifs brisants, comme la dynamite, par exemple, mais en revanche leur température de combustion est excessivement élevée et voisine de 2500°. De là, l'idée de mélanger aux explosifs brisants usuels un autre explosif de nature analogue, pouvant abaisser notablement la température de combustion. Il choisit l'azotate d'ammoniaque qui ne détonne qu'au contact d'autres explosifs et dont ses recherches antérieures lui ont permis de fixer la température de combustion à environ 1100°. Il n'y avait plus qu'à chercher les proportions les plus convenables pour réduire au minimum la chaleur sans trop affaiblir la puissance; il les trouva sans peine et dota ainsi l'industrie minière d'un explosif de sûreté qui est aujourd'hui employé partout en France, et qui n'a jamais allumé le grisou.

On voit, par ce rapide exposé, quels services il a rendus à la plus importante et la plus dangereuse de toutes les industries. Aussi grand ingénieur que grand savant, il a laissé partout où il a passé l'empreinte de son génie.

J'avais donc raison de dire, en commençant cette notice, que sa mort est un immense malheur pour la Patrie, pour la Science et pour l'Humanité.

LISTE DES TRAVAUX PUBLIÉS PAR MALLARD

MINÉRALOGIE

Sur l'action que la silice et quelques oxydes analogues exercent, à haute température, sur le carbonate de soude. (*C. r.* LXXV, 472. 1872.)

De l'action que la silice et quelques oxydes analogues exercent à

Digitized by Google

une température élevée sur le carbonate de soude. (*Ann. Ch. et Ph.*, 4e série XXVIII, 86-108. 1873.)

Explication des phénomènes optiques anormaux que présentent un grand nombre de substances cristallines. (*Ann. M.*, 7e série X, 60-196. 1876.)

Sur le système cristallin de plusieurs substances présentant des anomalies optiques. (*C. r.* LXXXII, 1063 et 1064. 1876.)

Sur la bravaisite, substance minérale nouvelle. (*Bull. Soc. Min.* I, 5-8. 1878.)

Sur les cristaux à forme limite. (Ib. I, 107-110. 1878.)

Sur la théorie de l'hémitropie et en particulier sur l'hémitropie du disthène et du cuivre gris. (Ib. II, 9-14. 1879.)

Sur la forme cristalline du ferromanganèse. (Ib. II, 47-50. 1879.)

Observations sur la théorie des houppes vues dans les cristaux polychroiques. (Ib. II, 72-78. 1879.)

Traité de cristallographie. (T. I. 1879.) (T. II, 1884.)

Note au sujet de la boracite. (*Bull. Soc. Min.* II, 147-148. 1879.)

Remarques sur la forme pseudo-cubique du diamant. (Ib. II, 130. 1879.)

Revue des principaux travaux publiés sur la Minéralogie pendant les années 1877 et 1878. (*Ann. M.* 7e série XV, 238-312. 1879.)

Sur les propriétés optiques des mélanges isomorphes et sur les anomalies optiques des cristaux. (*Bull. Soc. Min.* III, 3-24. 1880.)

Sur la production du phosphure de fer cristallisé et du feldspath anorthite dans les incendies des houillères de Commentry. (*C. r.* XCII, 933. 1881.)

Sur la théorie de la polarisation rotatoire. (Ib. XCII, 1155. 1881.)

Sur l'examen microscopique de quelques schistes ardoisiers. (*Bull. Soc. Min.* III, 101-103. 1881.)

Remarques sur la symétrie des réseaux de la boracite et du grenat. (Ib. IV, 15-16. 1881.)

Sur quelques phénomènes de polarisation chromatique. (Ib. IV, 66-71. 1881.)

Sur la théorie des phénomènes produits par des croisements de lames cristallines et par des mélanges de corps isomorphes. (Ib. IV, 71-79. 1881.)

Sur l'isomorphisme des feldspaths tricliniques. (Ib. IV, 96-111. 1881.)

Digitized by Google

Sur quelques produits des incendies des houillères de Commentry. (Ib. IV, 230-236. 1881.)

Sur la théorie de la polarisation rotative. (*J. ph.* 1re série X, 479-482. 1881.)

Sur les propriétés optiques des mélanges cristallisés de substances isomorphes et sur l'explication de la polarisation rotatoire. (*Ann. M.* 7e série XIX, 256-313. 1881.)

Cristallographie. (*Encyclopédie chimique* publiée sous la direction de M. Frémy, t. I, p. 610-774. 1882.)

Propriétés optiques de la prehnite d'Arendal. (*Bull. Soc. Min.* V, 70-71. 1882.)

Sur la mesure de l'angle des axes optiques. (Ib. V, 195-213, 1882.)

De l'action de la chaleur sur les subtances cristallisées. (Ib. V, 214-243. 1882.)

De l'action de la chaleur sur la heulandite. (Ib. V, 255-260. 1882.)

Sur le demorphisme de l'iodure d'argent (en commun avec M. H. Le Chatelier.) (*C. r.* XCVII, 102. 1883.)

Sur le polychroïsme des cristaux. (*Bull. Soc. Min.* IV, 47-57. 1883.)

Sur la chaleur latente correspondant au changement d'état cristallin de la boracite (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib. IV, 122-129. 1883.)

Sur la détermination des indices principaux de la boracite. (Ib. VI, 129-134, 1883.)

Sur le dimorphisme de l'iodure d'argent (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib. VI, 181-184. 1883.)

De l'action de la chaleur sur le boracite et le sulfate de potasse. (*J. Ph.* 2e série, II, 201-219. 1883.)

Sur la variation avec la pression de la température à laquelle se produit la transformation de l'iodure d'argent (en commun avec M. H. Le Chatelier). (*C. r.* XCIX, 157-188.)

Sur les rapports qui existent entre les réseaux cristallins des différents corps. (Ib. XCIX, 209. 1884.)

Sur l'isomorphisme des chlorates et des azotates et sur la vraisemblance de la quasi-identité de l'arrangement moléculaire dans toutes les substances cristallisées. (*Bull. Soc. Min.* VII, 349-401. 1884.)

Recueil des données cristallographiques et physiques concernant les principales espèces minérales (Autographie), feuilles distribuées chaque année aux élèves qui suivent le cours de Minéralogie à l'école des Mines (1885).

Digitized by Google

Observations sur les relations cristallographiques et optiques de la barytocalcite dans la série des carbonates, des azotates et des chlorates. (*Bull. Soc. Min.* VIII, 44. 1885).

Sur la théorie des macles. (Ib. VIII, 452-469. 1885.)

Sur le dimorphisme de l'iodure d'argent (en commun avec M. H. Le Chatelier). (*J. Ph.*, 2e série IV, 305-311. 1885.)

Sur les hypothèses diverses proposées pour expliquer les anomalies optiques des cristaux. (*Bull. Soc. Min.* IX, 54-73. 1886.)

Observation sur une communication de M. Wyrouboff à propos de la définition de l'isomorphisme. (Ib. IX, 115-121. 1886.)

Sur la théorie de la reflection totale cristalline d'après M. Liebisch. (Ib. IX, 154-167. 1886.)

Sur le réfractomètre de M. Emile Bertrand. (Ib. IX, 167-171. 1886.)

Sur la théorie de la reflection totale cristalline d'après M. Th. Liebisch. (*J. Ph.*, 2e série V, 389-405. 1886.)

Sur diverses substances qu'Ebelmen avait préparées et non décrites. (*C. r.* CV, 1260. 1887.)

Sur une disposition particulière du goniomètre de Wollaston. (*Bull. Soc. Min.* X, 231-236, 1887.)

Sur la cryptolyte de Norvège. (Ib. X, 236-238, 1887.)

Examen de diverses substances cristallines, préparées mais non décrites par Ebelmen. (*Ann. M.*, 8e série, XII, 427-459, 1887.)

Note sur une disposition particulière du goniomètre de Wollaston. (Ib., 8e série, XII, 460-468.)

Sur la sellaïte. (*Bull. Soc. Min.* XI, 302-304. 1888.)

Sur la forme cristalline du ferrochrome. (Ib. XI, 304. 1888.)

Sur quelques substances cristallisées préparées par Ebelmen. (Ib. XI, 305-311. 1888.)

Siliciure de fer et de manganèse. (Ib. XII, 421-425. 1889.)

Sur les alliages de fer et de chrome. (Ib. XII, 425-427. 1889.)

Sur la lussatite, nouvelle variété minérale cristallisée de silice. (*C. r.* CX, 245. 1890.)

Sur la variation qu'éprouvent, avec la température, les biréfringences du quartz, de la barytine et du disthène (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib. CX, 399. 1890.)

Sur la tridymite et la christobalite. (Id. CX, 964. 1890.)

Sur les clivages du quartz. (*Bull. Soc. Min.* XIII, 60-62. 1890.)

Sur la lussatite, nouvelle variété cristalline de silice. (Ib. XIII, 63-66. 1890.)

Digitized by Google

Sur la variation qu'éprouvent, avec la température, les biréfringences du quartz, de la barytine et du disthène. (Ib. XIII, 123-129. 1890.)

Sur la tridymite et la christobalite. (Ib. XIII, 161-179. 1890.)

Sur la mélanophlogite. (Ib. XIII, 180-182. 1890.)

Sur le grenat Pyreneite. (Ib. XIV, 293. 1891.)

Les anomalies optiques des cristaux, par M. Brauns. (Ib. XIV, 302. 1891.)

Sur quelques borates cristallisés. (Ib. XV, 15. 1892.)

Sur la forme cristalline du carbonate de lithine. (Ib. XV, 21. 1892.)

Note sur le periclase artificiel. (Ib. XVI, 18. 1893.)

Sur la *boleïte*, la *cumengeïte* et la *percylite*. (Ib., XVI, 184. 1893.)

PHYSIQUE

De la vitesse avec laquelle se propage l'inflammation dans un mélange d'air et de grisou et de la théorie des lampes de sûreté. (*Ann. M.*, 7e série, VII, 355-381. 1875.)

Sur les températures d'inflammation des mélanges gazeux (en commun avec M. H. Le Chatelier). (*C. r.* XCI, 825. 1881.)

Sur la vitesse de propagation de l'inflammation dans les mélanges gazeux explosifs (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib. XCIII, 1881.)

Sur la vitesse de refroidissement des gaz aux températures élevées (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib. XCIII, 962. 1881.)

Sur les chaleurs spécifiques des gaz aux températures élevées (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib. XCIII, 1014, 1881.)

Sur les températures de combustion et la dissociation de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib. XCIII, 1076. 1881.)

Sur la nature des mouvements vibratoires qui accompagnent la propagation de la flamme dans les mélanges gazeux combustibles (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib. XCV, 599. 1882.)

Sur les pressions instantanées produites pendant la combustion des mélanges gazeux (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib. XCV, 1352. 1882.)

Étude sur la combustion des mélanges explosifs (en commun avec M. H. Le Chatelier). (*J. Ph.*, 2e série, I, 173-183. 1882.)

Recherches expérimentales et théoriques sur la combustion des mélanges gazeux explosifs (en commun avec M. H. Le Chatelier).

Digitized by Google

1er mémoire. — Température d'inflammation. (*Ann. M.*, 8e série, IV, 276-295. 1883.)

2e mémoire. — Sur la vitesse de la propagation de la flamme. (Id., 8e série, IV, 296-378. 1883.)

3e mémoire. — Sur les températures de combustion et les chaleurs spécifiques des gaz aux températures élevées. (Ib., 8e série, IV, 379-568. 1883.)

Recherches sur la combustion des mélanges gazeux explosifs (en commun avec M. H. Le Chatelier). (*J. Ph.*, 2e série, IV, 59-84. 1883.)

Sur les chaleurs spécifiques des gaz (en commun avec M. H. Le Chatelier). (*Bull. Soc. Ph.*, 308-327. 1888.)

Note théorique sur le calcul des températures de détonation et de la force des explosifs (en commun avec M. H. Le Chatelier). (*Ann. M.*, 8e série, XIV. 1888.)

Note sur la quantité de chaleur qui peut être transformée en travail par la détente adiabatique d'un gaz. (Ib., 8e série, XIV. 1888.)

GÉOLOGIE

Découverte d'un gîte d'étain oxydé à Montebras. (*Soc. sc. nat. et arch. de la Creuse.* 1858.)

Note sur une roche magnétipolaire trouvée sur le Puy Chopine. (*C. r.* LX, 1068. 1865.)

Sur les gisements stannifères du Limousin et de la Marche et sur quelques anciennes fouilles qui paraissent s'y rattacher. (Ib. LXII, 223. 1866.)

Note sur les gisements stannifères du Limousin et de la Marche et sur quelques anciennes fouilles qui paraissent s'y rattacher. (*Ann. M.*, 6e série, X, 321-352. 1886.)

Carte géologique de la Haute-Vienne à l'échelle de $\frac{1}{80,000}$. (1870.)

Carte géologique de la Creuse, à l'échelle de $\frac{1}{80,000}$. (Restée inédite, le département ayant refusé le crédit nécessaire à sa publication. A été communiquée au service de la carte géologique détaillée pour la confection de la carte de France au $\frac{1}{1,000,000}$, et à MM. Vasseur et Carez pour la publication de leur carte de la France au $\frac{1}{500,000}$. (1870.)

Digitized by Google

Présentation par M. de Beaumont de la carte géologique de la Haute-Vienne. (*C. r.* LXX, 325. (1870.)

Note sur quelques points de la géologie du Chili (en commun avec M. Ed. Fuchs). (*Ann. M.*, 7e série, III, 67-102. 1873.)

Des oscillations séculaires des glaciers et des variations qu'elles accusent dans les éléments météorologiques du globe. (*Bull. Soc. G.*, 3e série, IV, 69-73. 1875.)

MINES

Expériences sur les lampes de sûreté. Rapport présenté au nom de la commission de l'industrie minérale. (*Bull. Soc. ind. min.*, 1re série, XIII, 723-771. 1868.)

Sur le gore blanc (en commun avec M. E. Leseure). (Ib., 2e série, I, 517-523. 1872.)

Sur la constatation de la présence du grisou dans l'atmosphère des mines (en commun avec M. H. Le Chatelier). (*C. r.* LXXXVIII, 749. 1879.)

Note sur l'accident de Frameries (en commun avec M. Vicaire). (*Ann. M.*, 7e série, XV, 575-588. 1879.)

Sur les procédés propres à déceler la présence du grisou dans l'atmosphère des mines (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib., 7e série, XIX, 186-211. 1881.)

Du rôle des poussières de houille dans les accidents des mines (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib., 8e série, I, 5-98. 1882.)

Sur les expériences sur la pression du grisou dans la houille, par M. Lindsay Wood. (Ib., 8e série, I, 530-551. 1882.)

Note sur l'indicateur du grisou de M. Liveing (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib., 8e série, III, 31-34. 1883.)

Sur les lampes de sûreté (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib., 8e série, III, 35-68. 1883.)

Sur les travaux de la commission prussienne du grisou (en commun avec M. H. Le Chatelier). (Ib., 8e série, IX, 638-664. 1886.)

Sur le procédé de tirage des coups de mine dans les mines à grisou (en commun avec M. H. Le Chatelier). (*C. r.* CVII, 96. 1888.)

Études des questions relatives à l'emploi des explosifs en présence du grisou. Rapport présenté à la commission des substances explosives.

1er rapport. (*Ann. M.*, 8e série, XIV, 227. 1888.)

2e rapport. (Ib., 8e série, XIV, 1888.)

Digitized by Google

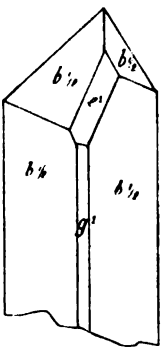
Résumé des rapports adressés sur divers essais pratiques faits sur les explosifs de la Commission. (Ib., 8e série, XVI, 15-123. 1889.)

Congrès international des mines et de la métallurgie sur l'emploi des explosifs dans les mines à grisou. (*Bull. Soc. ind. min.*, 3e série, III, 659-709. 1889.)

MÉCANIQUE

Études théoriques sur les machines à air comprimé. (*Bull. Soc. ind. min.*, 1re série, XII, 615-691. 1867.)

M. Friedel montre à la Société de très beaux cristaux de soufre de Sicile, se présentant en prismes et paraissant monocliniques. Mais en mesurant les angles des faces,



M. Friedel a vu qu'ils étaient orthorhombiques et qu'ils étaient maclés suivant a^1. La figure ci-dessus et la notation des faces montrent l'interprétation de ces cristaux.

Digitized by Google

Note sur un gisement d'actinote aux environs d'Ouro Preto, à Minas Geraes (Brésil).

Par M. J.-C. da Costa Sena.

Il y a déjà un certain temps que la présence de l'actinote en petits cristaux a été signalée par M. Gorceix dans une roche talqueuse de la Serra do Caraça et, par moi et d'autres ingénieurs, dans le calcaire, près de Miguel Burnier, station du Chemin de fer central du Brésil. En étudiant le gisement de scorodite et le filon de barytine des environs d'Antonio Pereira, j'ai trouvé dans un calcaire micacé des échantillons d'actinote en petits cristaux aciculaires, montrant mieux que ceux de Caraça et de Miguel Burnier, la structure franchement rayonnante.

Ayant toujours en vue de faire l'étude des diverses amphiboles jusqu'ici rencontrées à Minas Geraes, il ne m'a pas été possible de faire la description d'aucun des échantillons connus, n'ayant pu trouver de cristaux qui se prêtent à l'examen goniométrique.

En étudiant dernièrement le gisement de staurotide des environs de S. Sebastião de Marianna au sujet duquel j'ai déjà publié une note, j'ai cherché à reconnaître celui des actinotes près du village de Cachoura do Brumado.

Les roches de cette région sont les suivantes : à la base le gneiss granitoïde, plus ou moins décomposé, sur lequel s'étendent les micaschistes, où l'on trouve quelquefois des aiguilles de tourmaline noire. Au-dessus, les schistes micacés avec une grande quantité de grenats, almandins souvent altérés, où l'on observe pourtant les facettes du trapézoèdre et du dodécaèdre rhomboïdal.

Ces schistes sont bien visibles dans une étendue de plus de douze kilomètres.

Digitized by Google

Dans les parties supérieures apparaissent des schistes micacés moins métamorphiques, riches en staurotides, recouverts par les schistes à séricite, les quartzites et les itabirites.

Dans les schistes à staurotides se trouvent intercalées des masses de roches talqueuses, tantôt compactes et employées comme pierre ollaire, tantôt formant un agrégat plus ou moins schisteux et analogue à celui de la roche talqueuse, où se rencontrent les actinotes à Zillerthal.

L'actinote se trouve en abondance autant dans la roche compacte que dans la roche schisteuse ; je l'ai même trouvée dans une quartzite micacée plus ou moins schisteuse, séparant bien clairement les plans de stratification.

C'est dans la roche analogue à celle de Zillerthal qu'existent les plus grands cristaux, on en observe même quelques-uns de $0^m,08$ de long.

Les observations goniométriques m'ont donné les résultats suivants : $\overline{mm}$ 124° 45′ ; $\overline{mg^1}$ 117°.

Les cristaux sont de couleur vert clair d'un éclat vitreux, les clivages parallèles à *p*, très fréquents. Ils fondent au chalumeau en donnant un globule d'un vert gris, ils sont insolubles dans les acides.

Dureté 5,5 — Densité à 21° 2,98.

Leur composition chimique est la suivante :

Silice	56.06
Magnésie	27,37
Chaux	8.26
Soude	0,61
Alumine	2,34
Protoxyde de fer	2,71
Protoxyde de manganèse	1,17
Perte au feu	2,33
	100.85

Digitized by Google

Les formes que j'ai observées sont mpg^1h^1.

Les cristaux ne sont jamais terminés.

Il existe à peine dans quelques-uns une petite couche d'actinote, couvrant de filaments de talc, toujours disposés parallèlement à l'arête verticale du prisme.

Après avoir taillé un cristal parallèlement à h^1, et en l'examinant au microscope, j'ai observé qu'il n'y avait de filaments de talc que dans la direction signalée plus haut.

Les clivages parallèles à p sont tellement fréquents qu'il ne m'a pas été possible de préparer des lames minces perpendiculairement à la bissectrice pour l'étude des propriétés optiques.

Sur un gisement de Grenat mélanite à anomalies optiques en Algérie.

Note de L. Gentil.

Ce grenat a été rencontré non loin du Cap Bou-Garoune (département de Constantine) par M. J. Curie. Il n'a fait jusqu'ici, à ma connaissance, l'objet d'aucune étude.

Les conditions de gisement sont assez obscures. Le minéral paraît être en relation avec des filons d'*oligiste* et de *quartz hyalin* recouverts par place d'une croûte d'*ilvaïte* et d'un pyroxène vert, apparemment la bustamite, qui feront l'objet d'une prochaine note.

La nature du terrain traversé par les filons ferrugineux est encore problématique ; c'est un schiste fortement altéré. M. J. Curie, qui a fait une étude pétrographique de la région, pense que l'on à affaire à un terrain sédimentaire métamorphisé par une roche serpentineuse ou un porphyre quartzifère en contact. Pour mon compte personnel, je m'abstiendrai de toute opinion à cet égard ; ma visite au gisement a été beaucoup trop rapide et la région présente de grandes difficultés d'étude.

Digitized by Google

Quant au grenat lui-même il pourrait provenir de la transformation d'un calcaire au contact des filons silicieux ferrugineux, Ce qui me le fait supposer, c'est la présence de quelques débris de calcaire marmoréens accompagnant les échantillons de grenat. Je ne serai pas cependant affirmatif sur ce point.

Le grenat du Cap de Bou-Garoune forme des masses lourdes, plus ou moins compactes, se désagrégeant facilement sous le choc du marteau. Ces masses renferment en outre du quartz hyalin, de l'ilvaïte et de l'oligiste; elles présentent à leur surface ou dans des cavités de petits cristaux de 1 à 3^{mm} parfois assez beaux.

La forme constante de ces cristaux est celle du dodécaèdre rhomboïdal b^1 (110).

Les faces cristallines sont généralement peu nettes.

Elles montrent des indices de pyramides surbaissées.

Le minéral est plus ou moins transparent, il offre une couleur variant du jaune du topazolite au brun foncé. Réduit en poudre, il devient jaune sale.

Au chalumeau il fond en un globule noir. Il est rapidement attaquable à chaud par l'acide chlorhydrique concentré; lentement à froid. Sa composition correspond à celle du grenat *mélanite* ainsi qu'on peut en juger d'après l'analyse suivante faite par la méthode Deville :

Silice	36,03
Oxyde ferrique	30,94
Alumine	0,27
Chaux	32,58
Manganèse	traces
Magnésie	0,48
Potasse	0,17
	100,47

Digitized by Google

J'ai en outre observé une perte au feu très notable, atteignant 1,60 0/0 au bout d'un certain temps d'exposition au rouge vif. Cette perte doit sans doute être attribuée à une réduction partielle du minéral à cette haute température.

Les nombres ci-dessus indiquent une composition voisine de celle correspondant à la formule théorique du mélanite:

$$6\ CaO,\ 2\ Fe^2O^3,\ 6\ SiO^2$$

d'après laquelle on aurait

Silice	35,43
Oxyde ferrique	31,50
Chaux	33,07
	100,00

Au point de vue optique, le grenat de Bou-Garoune présente des anomalies rappelant celles du *topazolite* décrites par M. Mallard. Ces anomalies sont accompagnées quelquefois de la structure de l'*aplôme*. Elles ne sont pas toujours nettes mais néanmoins assez caractérisées.

Une lame taillée parallèlement à une face b^1 (110) très près de la surface présente parfois, assez nettement, en lumière polarisée, la division en quatre secteurs du rhombe central. Le sommet commun des secteurs peut même se trouver exactement au point de croisement des diagonales du rhombe, mais il est, le plus souvent, déjeté par rapport à ce centre. Quelquefois aussi une même face présente le groupe des quatre secteurs répétés plusieurs fois avec sommets bien distincts.

Enfin, le plus souvent on n'observe plus de secteurs mais un aspect chagriné à peu près uniforme du rhombe central, par suite de l'existence d'une multitude de fines lamelles hémitropes plus ou moins ondulées et indiquant un empiètement réciproque des pyramides élémentaires.

Digitized by Google

Si la lame taillée parallèlement à une face b^1 (110) passe par le centre du cristal, elle montre une section hexagonale divisée en six secteurs égaux ; deux d'entre eux opposés s'éteignent en même temps tandis que les quatre autres offrent le même éclairement.

Une section perpendiculaire à un axe quaternaire du dodécaèdre présente quatre secteurs qui, au lieu d'un éclairement uniforme, offrent un aspect chagriné.

La structure zonée de l'aplôme est révélée surtout par des plaques taillées dans la masse formée principalement de grenat et constituant à ce titre une véritable *grenatite*. On observe en effet dans ces plaques les anomalies que nous venons de signaler mais interrompues, alternant avec des zones isotropes.

En lumière naturelle le grenat du Cap Bou-Garoune offre une coloration jaune de miel. Cette coloration est plus ou moins foncée suivant les régions de la plaque et indique assez nettement les plages de diverses biréfringences. Il semble que ces plages diversement colorées correspondent à une absorption différente.

Notes pour la Minéralogie du Plateau central.

Par M. Ferdinand Gonnard.

9° *Cordiérite dans le granite du Velay.*

Le substratum des formations volcaniques du Mézenc et du Mégal est un granit de faciès très variable, mais que caractérise spécialement la cordiérite à des états plus ou moins avancés d'altération. M. Marcellin Boule le désigne sous le nom de granite à pinite (*Description géologique du*

Digitized by Google

Velay, 1892). Je préfère la dénomination plus générale de granit à cordiérite qu'emploie M. Michel Lévy. Ce minéral existe, en effet, à des états très différents dans les granits des environs de Tence (Haute-Loire) et de Saint-Agrève (Ardèche).

C'est ainsi que sur la route de Tence au Chambon, à deux kilomètres environ de Tence, j'ai observé de la cordiérite hyaline, de couleur violâtre, dans un granit à petits cristaux très réguliers de mica noir. Ces cristaux de cordiérite ont les faces du prisme assez nettes et présentent même parfois sur leurs bases les modifications connues. Ils atteignent 5 à 6 millimètres de long. Avec eux, on rencontre çà et là de petits cristaux d'apatite jaune hyaline.

A côté de cette cordiérite proprement dite, dans la même roche, se trouvent d'autres cristaux altérés; la couleur en est foncée, d'un rouge brun; ils sont opaques, mais ils offrent le clivage et la cassure en escalier caractéristique de la chlorophyllite; des lamelles de mica s'interposent entre les strates du minéral.

D'autres cristaux ont subi une altération plus complète; toute trace de clivage a disparu; la substance a l'aspect d'une masse amorphe, d'un vert plus ou moins foncé; elle rappelle alors la praséolite.

Ces cristaux sont d'ailleurs irrégulièrement distribués dans les masses de granit. Cette roche est, pour le noter en passant, remarquable par des enclaves de gneiss. On en voit de beaux exemples dans une petite carrière située sur le bord de la route de Tence au Chambon, à la hauteur du château du Besset.

La variété de cordiérite, qu'on peut rapporter à la pinite, forme, dans certains granits, des amas avellanaires qui donnent à la roche un aspect moucheté assez agréable. Ce granit, exploité aux environs de Tence, sert de pierre de

Digitized by Google

construction. Dans cette roche, notamment sur les bords du Lignon, en amont de cette localité, ainsi qu'au Mazel, la cordiérite s'associe au grenat. Ce dernier minéral se trouve en traînées dans le feldspath de la roche, dont les cristaux isolés atteignent fréquemment jusqu'à dix centimètres de longueur (voir à la Levée des Frères). La cordiérite et le grenat sont souvent aussi associés d'une manière intime dans le granit, et y constituent des amas sporadiques de matière hétérogène verte et rouge. Le grenat est moulé par la cordiérite, dans laquelle il laisse des empreintes d'une grande netteté.

Certains granits des environs de Saint-Agrève sont, comme les précédents, très riches en cordiérite plus ou moins altérée. On en voit de beaux exemples sur la route de Saint-Agrève au Cheylard, à environ deux kilomètres de la première de ces localités. La cordiérite, d'un vert noirâtre, forme, sur certains points, plus d'un dixième de la masse du granit.

Le granit moucheté de cordiérite s'observe sur la route de Saint-Agrève au Pouzat; il ressemble beaucoup à la même roche des environs de Tence.

10° Associations minérales du trachyte de Montcharret (Haute-Loire).

M. Boule, dans sa *Description géologique du Velay* (*Bulletin des Services de la Carte géologique, etc.*, mars 1892, p. 132), fait mention du trachyte porphyroïde à hornblende de la Prade, dont, dit-il, les cavités irrégulières sont remplies de calcite, de mésotype en beaux sphérolites et de christianite.

J'avais, le 9 février 1892, publié dans le *Bulletin de la*

Digitized by Google

Société de Minéralogie, des notes pour la minéralogie du Plateau central où, dans le n° 1 (*Sur les gisements de zéolites de la Haute-Loire*), je parle des associations minérales du trachyte de la Prade, que les habitants désignent sous le nom de Montcharret. Mais ce n'est pas pour faire une réclamation de priorité que je reviens sur ce sujet.

Je veux simplement faire remarquer que M. Boule a omis de mentionner plusieurs membres de ces associations.

Les cavités du trachyte qui les contiennent, pour le noter tout d'abord, sont dues à l'action dissolvante d'eaux thermales; le feldspath de la roche est visiblement corrodé comme s'il avait été trempé un certain temps dans un liquide corrosif. Les cristaux résultant de ces actions de métamorphisme appartiennent aux espèces minérales suivantes :

1° Calcite, mésotype et christianite, signalées par M. Boule;

2° Chabasie, quartz hyalin, tridymite et pyroxène, signalés par moi, ainsi que la calcite et la christianite, dans mes notes pour la minéralogie du Plateau central.

De tous ces minéraux, le plus immédiatement remarquable, comme abondance, netteté et grosseur de cristaux est la chabasie. Un fait à noter, c'est que cette zéolite n'a jamais, que je sache, été signalée dans les roches trachytiques du Puy-de-Dôme, et est même fort rare dans les basaltes de ce département, où elle ne se présente que sous la forme de cristaux maclés (*phacolite*). La chabasie de Montcharret est en cristaux simples, limpides, de couleur parfois violâtre; ils atteignent trois à quatre millimètres de longueur d'arêtes. Je suis surpris que M. Boule ne fasse pas mention de cette belle zéolite, alors qu'il signale la christianite qui, relativement à la chabasie, est rare, et ne

Digitized by Google

se trouve qu'en groupements de petits cristaux ternes, et qu'il faut regarder à la loupe pour les reconnaître.

Un autre minéral très intéressant du groupe est le quartz hyalin : il se présente sous forme de petits prismes bipyramidés, implantés ou couchés, de deux à trois millimètres de long; les faces de la pyramide portent des traces de corrosion.

Quelques vacuoles renferment aussi des agglomérations de lamelles de tridymite opaque, et souvent recouverte de limonite.

Enfin, il faut citer de très nombreux cristaux de pyroxène vert foncé qui tapissent les parois des vacuoles du trachyte.

11° Serpentine des Lardons, près de Montfaucon (Haute-Loire).

Le seul gisement de serpentine dans le granit connu dans la Haute-Loire est celui dit des Lardons, près de Montfaucon. M. Boule, qui le cite dans sa *Description géologique du Velay*, et qui se borne à cette simple mention, hésite à y voir un filon et met en avant l'hypothèse d'une enclave de cette roche dans le granit.

J'ai visité ce gisement, qui se trouve à environ 1.500 mètres sur la droite de la route de Montfaucon à Yssingeaux, et à 5 ou 600 mètres de cette route, tout près d'une petite ferme faisant partie du hameau des Lardons. La carrière, actuellement abandonnée depuis plusieurs années, est peu importante; c'est un creux de 15 mètres environ de diamètre et de 5 à 6 mètres de profondeur, dont le fond est rempli d'eau.

J'estime qu'il faut voir dans ce gisement non une enclave, mais bien un filon dans le granit; les salbandes sont bien caractérisées.

Digitized by Google

Cette serpentine mérite mieux qu'une simple mention; car, elle est caractérisée par un magnifique développement de grands cristaux de bronzite dans sa masse; certains échantillons sont même presque entièrement constitués par ce minéral. Le chrysotile, par contre, y fait défaut.

La carrière des Lardons a été ouverte en vue d'une tentative d'emploi de la serpentine à l'empierrement de la route de Montfaucon à Tence; mais on y a assez promptement renoncé, paraît-il, à cause du prix d'extraction, et probablement aussi à cause du peu d'étendue du gisement.

Lyon, 20 octobre 1894.

Comptes rendus des Publications étrangères.

C.-W. Marsh. — *Sur l'iodure de cuivre natif (Marshite) et autres minéraux de Broken Hill. N. S. Wales.* (J. et Proc. of the Royal Society of New Sud Wales, vol. XVI, p. 326. 1892.)

M. Marsh décrit un minéral nouveau, l'iodure de cuivre natif, auquel le Prof. Liversidge a donné le nom de Marshite.

Ce minéral se présente en petits cristaux appartenant au système tétragonal et hémièdre. Leur couleur va du rouge au brun; l'éclat est résineux et ils sont translucides. La cassure est subconchoïdale.

La Marshite se trouve associée à la cérusite, aux oxydes de manganèse.

A. Liversidge. — *On the condition of gold in quartz and calcite veins.* (Id., vol. XVII, p. 299. 1893.)

Digitized by Google

A. Liversidge. — *On the origin of gold nuggets.* (Id., p. 303.)

L'auteur étudie la formation des dépôts de l'or et fait à ce sujet plusieurs expériences intéressantes.

A. Liversidge. — *On the crystallisation of Gold in hexagonal forms.* (Id., vol. XXVII, p. 343.)

En réduisant l'or d'une solution dans l'eau de chlorure d'or et de sodium par divers sulfures métalliques (pyrite de cuivre, blende), l'auteur a vu que, dans certains cas, l'or se déposait sur les sulfures en petits cristaux prismatiques et dont la base forme une étoile à six rayons.

La solution employée a pour formule :

$$AuCl^3,\ NaCl,\ 2H^2O.$$

Dans aucun cas l'or réduit ne s'est présenté sous la forme de cristaux appartenant au système cubique, quoique celles-ci soient obtenues par réduction de l'or avec l'éther, l'acide oxalique, le sulfate de fer.

Malheureusement les cristaux obtenus par l'auteur sont trop imparfaits et de nouvelles investigations sont nécessaires pour savoir si ces étoiles hexagonales observées peuvent être rattachées au système cubique ou si l'or ainsi obtenu contient suffisamment de matières étrangères pour affecter sa cristallisation.

Ed.-P. Pittman. — *Note on the occurence of a new Mineral at Broken Hill.* (Id., p. 366.)

L'auteur a découvert à Broken Hill un minéral nouveau auquel il a donné le nom de *Willyamite* de Willyama, le nom officiel de la ville de Broken Hill. Ce minéral est un sulfoantimoniure de cobalt et de nickel.

L'analyse faite par M. J.-C.-H. Mingaye a donné les résultats suivants :

Digitized by Google

	N° 1	N° 2
Sb	56,85	56,71
Co	13,92	13,84
Ni	13,38	13,44
Fe	Trace	Trace
Cu	Petite trace	Petite trace
Pb	Id.	Id.
S	15,64	15,92
Total...	99.79	99.91

L'analyse correspond assez exactement à la formule suivante :

$$CoS^2, NiS^2, CoSb^2, NiSb^2.$$

La *Willyamite* cristallise dans le système cubique. Clivage parfait suivant les faces du cube. Dureté 5,5. Densité 6,87. Éclat métallique. Couleur intermédiaire entre le blanc d'étain et le gris. Poussière blanc grisâtre.

G. Smith. — *Notes upon the minerals occurring in the Australian Broken Hill Consols Mine.* (Id., p. 368.)

Les minéraux décrits sont :

Le dyscrase, dont les formules des variétés les plus communes sont (Ag^3Sb); (Ag^4Sb); (Ag^6Sb); ($Ag^{12}Sb$); l'argentite (Ag^2S); la stéphanite (Ag^3SbS^3); la Sternbergite ($AgFe^2S^3$); la stromeyérite ($Ag^2S. Cu^2S$); la tétraédrite argentifère, la Brongniardite, le chlorure d'argent antimonial, la Bournonite, le kérargyre, l'iodyrite, la galène renfermant de l'anglésite, la cérusite, la phosgénite, la bindheimite, la calédonite, la vanadinite, la Johnstonite, la stibnite, la volgérite, la stibiconise, le mispickel, la cobaltine, l'érythrine, divers minéraux de cuivre, l'aurichalcite, la calamine, la Wylliamite, la calcite, la sidérose, la limonite, l'aragonite, le cinabre, les oxydes de manganèse, le quartz et le soufre natif.

Digitized by Google

G. Smith. — *Occurrence of Evansite en Tasmania*. (Id., p. 382.)

L'analyse de l'auteur, faite sur l'evansite de Jeehan, conduit à la formule : $Al^2P^2O^{14} + 18\,H^2O$.

La densité est 1,939 au lieu de 1,872 et 1,822, nombres donnés par M. Forbes pour l'evansite de Zsetcznik (Hongrie).

E. Artini. — *Della forma cristallina e dei caratteri ottici della Metilacetanilide* : C^6H^5, $Az\,C^2H^3OC\,H^3$. (Id., p. 159.)

L'auteur a observé une face nouvelle (102).

Le rapport des axes serait :

$$a : b : c = 0{,}395666 : 1 : 0{,}851638.$$

Ces nombres sont très voisins de ceux qui ont été donnés par MM. Duparc et Le Royer (Voir le *Bulletin*, vol. XIV, p. 55).

Le plan des axes optiques est parallèle à p (001). La bissectrice aiguë positive est perpendiculaire à g^1 (010).

E. Artini. — *Della forma cristallina di alcuni nuoni composti organici, (série IV)*. (Id., p. 238.)

L'acide paradibromocuminique :

$$(C^6H^2.\ C^3H^5\,Br.\,Br.\,COOH)$$

est monoclinique,

$$a : b : c = 1{,}2712 : 1 : 0{,}3653.$$

L'acide parapropenilparadibromobenzoïque :

$$(C^6H^2.\ C^3H^5.\ Br.\,Br.\,COOH)$$

est aussi monoclinique,

$$a : b : c = 1{,}3134 : 1 : 0{,}3706.$$

P. Franco. — *Sull' Analcime del Monte Somma*. (Id., p. 232.)

L'auteur étudie les anomalies optiques de l'analcime de la Somma. Il a observé ces anomalies sur des lames taillées parallèlement à p (100), à b^1 (110), à a^1 (111) et à a^2 (211).

Digitized by Google

Il admet l'opinion de Brewster : les cristaux d'analcime seraient le résultat d'individus maclés suivant b^1 (110) et déformés par la compression mutuelle, ce qui donnerait naissance à la polyédrie des faces et au développement des lamelles cristallines polysinthétiques.

C. Somigliana. — *Ricerche sulla deformazione ed i fenomeni piezoelettrici in un cilindro cristallino.* (Id., p. 181, 1892; vol. IV, p. 1, 1893.)

Dans ce travail, l'auteur cherche la solution particulière du problème de l'équilibre dans le cas où aucune force n'agit sur la base du cylindre, mais bien sur la surface latérale.

Pour arriver à ce résultat, l'auteur suit la théorie de Voigt. Celle-ci est fondée sur l'hypothèse que les variations du moment électrique produites par les déformations dans un cristal thermoélectrique ou piézoélectrique sont des fonctions linéaires des composantes des déformations. L'action électrique externe qui en dérive peut être étudiée au moyen de la fonction potentielle correspondant à ces variations. Dans le problème traité par l'auteur, il a pu déterminer par la fonction potentielle, cette expression linéaire suffisamment simple, formée de fonctions circulaires et d'intégrales définies, avec lesquelles le mode de variation de cette fonction peut être étudié sous certains rapports sans grande difficulté. De là, on peut tirer les conséquences théoriques qui guideront dans les recherches expérimentales. P. Gaubert.

L.-J. Igelström. — *Mélanostibiane, nouveau minéral de la mine de Sjö (Suède).* (Zeitsch. XXI, p. 245-248.)

Ce minéral, qui provient d'une mine de manganèse connue par ses minéraux rares, se présente ordinairement

Digitized by Google

en masses feuilletées, d'un vif éclat métallique, mais aussi en petits cristaux microscopiques, qui semblent quadratiques ou rhombiques. Ils sont opaques, toujours striés. Les faces dominantes sont une pyramide et un prisme. On observe des macles de contact et de pénétration.

Poussière : rouge cerise. Dureté : 4.

L'analyse a donné :

Sb^2O^3	37,50
FeO	27,30
MnO	29,62
CaO	1,97
MgO	1,03
H^2O	1,06
	98,48

On donne pour formule $6(Mn, Fe)\,O + Sb^2O^3$.

V. Goldschmidt. — *Phosgénite de Monteponi.*

L'auteur étudie trois cristaux en montrant l'application de son goniomètre à deux cercles.

Il note deux formes nouvelles h^5 $\{320\}$ et $\{632\}$.

Le rapport d'axes trouvé est $a : c = 1 : 1,0888$.

Deux des cristaux ont une disposition de facettes répondant à l'hémiédrie trapézoédrique. On a $b^{1/3}$, $b^{1/9}$. $h^{1/2}$ $\{632\}$ et $\{211\}^{1/2\ 1/2}a^3$. Cependant la polarisation circulaire, qu'on aurait pu prévoir n'a pas été observée, et les figures de corrosion n'ont pas montré la dissymétrie correspondant à l'hémiédrie.

E. Porcher.

Le Secrétaire, gérant,
Paul GAUBERT.

Paris. — Imp. CHAIX (Succ. B), rue de la Ste-Chapelle, 5. — 2424-94.

Digitized by Google

Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques.

Par M. Fouqué.

Parmi les minéraux faisant partie des roches éruptives, il est incontestable que les feldspaths jouent dans la plupart des cas un rôle prépondérant.

Ce rôle est peut-être plus accentué encore dans la série des roches microlitiques que dans le groupe des roches grenues. Par conséquent, l'étude pétrographique d'un district volcanique quelconque comporte avant tout la détermination des feldspaths figurant dans les roches qu'on y rencontre. Cette déduction représente l'idée capitale qui m'a guidé jadis dans l'examen des roches de Santorin.

A l'époque où j'ai entrepris ces recherches, les moyens d'investigation actuellement usités étaient bien peu développés. La connaissance des propriétés optiques des éléments des roches était très incomplète, les instruments servant à leur détermination bien imparfaits; les procédés d'extraction et de purification des minéraux engagés étaient totalement inconnus. Malgré ces difficultés et ces imperfections, j'ai pu arriver en utilisant les moyens que la science d'alors mettait à ma disposition et en imaginant les premiers procédés d'extraction à isoler les feldspaths des laves que j'étudiais et à les soumettre, d'une part, aux essais chimiques, et d'autre part, à l'examen optique.

Contrairement à l'opinion alors acceptée par les pétrographes, j'ai démontré ainsi :

1° Que dans ces laves, les feldspaths des deux temps de consolidation étaient souvent de composition différente;

Digitized by Google

2° Que les feldspaths en microlites d'une roche y étaient généralement plus acides que les feldspaths en grands cristaux;

3° Que plusieurs feldspaths pouvaient à la fois se rencontrer dans une même roche, au même temps de consolidation et surtout au premier temps.

Depuis lors, cette coexistence de feldspaths divers dans une même roche volcanique est un fait universellement reconnu et accepté (1), soit que ces minéraux se présentent en individus distincts, soit qu'ils se montrent en cristaux complexes formés de couches superposées de composition différente. L'observation optique journalière des cristaux zonés, l'examen chimique de certaines associations d'anorthite avec un feldspath inattaquable aux acides ont contribué particulièrement à démontrer la fréquence de ces faits.

Par suite, si l'on admet ces conclusions avec leur caractère de généralité, on comprend que la détermination des feldspaths multiples d'une roche microlitique soit presque toujours une opération très complexe et pourtant indispensable à celui qui veut se rendre un compte exact de la constitution de la matière qui fait l'objet de son examen.

L'opération en question se fait encore aujourd'hui à l'aide des deux genres de moyens que j'ai utilisés pour les laves de Santorin, mais on met à profit les progrès accomplis depuis lors, soit dans l'application des études optiques, soit dans le mode d'emploi des procédés de séparation.

En outre, c'est un devoir pour tout pétrographe qui se livre à une étude nouvelle de s'ingénier pour amender et perfectionner les procédés de recherche que lui donne la

(1) Le lecteur pourra se convaincre de l'exactitude de cette assertion en parcourant les pages 240 et 241 de la nouvelle édition du traité de pétrographie de M. Zirkel.

Digitized by Google

science contemporaine. Ce devoir, les minéralogistes et pétrographes français l'ont senti impérieusement et se font un honneur d'y avoir obéi dans la mesure de leurs forces, soit en agissant isolément, soit en réunissant leurs efforts. Nous sommes fiers, spécialement, mon ami M. Michel Lévy et moi, de n'avoir jamais perdu de vue l'importance de la question de la nature des feldspaths et du rôle qu'ils jouent dans les roches, et d'avoir travaillé sans cesse au progrès des méthodes favorables au but poursuivi, qui est de les mieux faire connaître.

Cependant, contre cette tendance scientifique on peut objecter que plusieurs feldspaths pouvant se rencontrer parmi les éléments d'un même temps de consolidation et en proportions très variables, pouvant même s'y montrer associés en cristaux zonés qui semblent par leur complication défier toute analyse, on est en droit de penser qu'il n'y a plus là rien de fixe, rien de défini.

Et dès lors, qu'importent les recherches minutieuses, les prétentions à une précision impossible dans un ordre de phénomènes auquel la constance paraît faire si complètement défaut?

La théorie de Tschermak sur la constitution des feldspaths, théorie d'après laquelle il n'existerait dans ce groupe que deux types à proportions définies : l'albite et l'anorthite, tous les autres n'étant que des mélanges isomorphes de ceux-ci, semble même au premier abord, corroborer cette objection décourageante.

Je me propose à la fin de ce mémoire de discuter la théorie du savant professeur de Vienne, et d'exposer mon interprétation de la loi qui en est l'expression, en partant des données résultant de mes observations personnelles. Mais lors même que cette théorie serait adoptée dans toute sa crudité primitive, c'est-à-dire dans l'hypothèse que

Digitized by Google

l'albite et l'anorthite s'unissent en toutes proportions par voie d'isomorphisme chimique, pour constituer les feldpaths intermédiaires, lors même que les deux feldspaths fondamentaux seraient considérés comme appartenant exactement au même type stéréochimique avec simple substitution de l'aluminium au silicium, il n'en resterait pas moins à déterminer dans chaque cas particulier, la proportion suivant laquelle les deux éléments associés se sont unis pour constituer un individu feldspathique complexe. Ce rapport dépend de la composition du magma fondu initial, des conditions du refroidissement et des propriétés particulières à chacun des composés qui ont pris naissance.

On voit donc qu'en dehors du problème élevé que soulève la nature intime des minéraux appartenant à la famille des feldspaths, des questions graves qui rentrent dans le domaine de l'histoire naturelle se rattachent à la connaissance exacte de ces corps dans une roche donnée. Ainsi, à côté d'un problème de physique moléculaire se placent des études minéralogiques, que la pétrographie est tenue d'aborder et de chercher opiniâtrement à résoudre. Il ne suffit pas de jeter un coup d'œil rapide au microscope en lumière polarisée parallèle sur une lame mince d'une roche volcanique pour se faire une idée nette des variétés de feldspath que l'on y rencontre.

Quand on se borne à des aperçus de cette sorte, les déductions que l'on en tire sont bien incertaines, sinon fautives. Pour mon compte, je me refuse à accepter une description pétrographique, quelle que soit l'autorité de celui qui l'a faite, lorsque l'on se contente, par exemple, d'énoncer que le feldspath principal d'une roche est un plagioclase, ou même lorsque l'on ajoute qu'il est plus voisin de l'anorthite que de l'albite, ou inversement. A

Digitized by Google

plus forte raison, j'ose critiquer une détermination aussi vague lorsqu'elle sert de base à une classification. Dans ce qui suit, j'ai fait tous mes efforts pour éviter de pareils reproches, c'est pourquoi j'espère que le lecteur sera indulgent pour les lacunes nombreuses et les incertitudes que malgré moi je laisse en arrière. Un travail plus prolongé les eût fait disparaître, mais il fallait savoir faire halte sous peine de laisser l'œuvre inachevée sans qu'elle ait été mise en ordre.

INTRODUCTION

Cet ouvrage comprend quatre chapitres :

Le premier renferme l'exposé des méthodes employées, soit pour les études chimiques, soit pour l'examen optique. J'appelle spécialement l'attention sur l'indication du procédé optique dont j'ai tiré le parti le plus fructueux; je veux parler de l'observation en lumière convergente des sections minces perpendiculaires aux deux bissectrices. Dans tout le cours de ce travail, on verra d'ailleurs une suite ininterrompue d'emplois de cette méthode.

Un second chapitre contient l'exposé des propriétés optiques des principaux types des feldspaths naturels, dont un grand nombre ont été taillés en lames minces perpendiculaires aux bissectrices. C'est un recueil de documents nouveaux venant s'ajouter à ceux qui ont été publiés dans plusieurs savants mémoires par M. Des Cloizeaux.

Dans le troisième chapitre, on trouvera de nombreux exemples de l'application des résultats consignés dans le chapitre précédent. Des analyses chimiques et des prises de poids spécifique s'y joignent à l'étude optique des feldspaths de plusieurs roches volcaniques, et en particulier à celle des feldspaths d'un assez grand nombre de roches de la Haute-Auvergne.

Digitized by Google

Enfin, le quatrième chapitre renferme les conclusions générales de l'ouvrage, et la discussion de quelques questions théoriques se rapportant au sujet traité.

CHAPITRE PREMIER

PROCÉDÉS D'ÉTUDE DES FELDSPATHS DES ROCHES

I. — *Examen optique.* — Les feldspaths des roches peuvent être étudiés, soit dans les lames minces, telles qu'on les prépare d'ordinaire pour observations au microscope, soit après extraction sous forme de grains cristallins généralement de petites dimensions. Les sections feldspathiques dans les lames minces, peu favorables aux essais chimiques, se prêtent au contraire très bien à l'examen optique. Il faut toutefois parmi ces sections faire un choix judicieux. Pour nous diriger dans un tel choix, il y a lieu de distinguer deux cas, suivant que l'on a affaire aux feldspaths du premier ou du second temps de consolidation.

Les feldspaths en microlites sont en général allongés suivant l'arête pg^1 (001,010) ou aplatis suivant g^1 (010).

Dans le premier cas, la connaissance des extinctions dans la zone pg^1, telle qu'elle a été établie par M. Michel Lévy, fournit les données nécessaires à la détermination du minéral. L'emploi de la lumière convergente est d'ailleurs à peu près impraticable. Dans le second cas, je recommande au contraire très vivement ce genre d'examen. en se servant du dispositif de Von Lasaulx avec l'objectif à immersion. Sur les faces d'aplatissement, qui se distinguent aisément à leur forme, il arrive le plus souvent que l'arête pg^1 est nettement indiquée et facile à reconnaître à la trace du clivage p qui lui est parallèle, et à son signe d'allongement, et, dès lors, la mesure de l'angle d'extinction avec cette arête résout généralement la question de la

Digitized by Google

détermination spécifique du feldspath considéré. On doit d'ailleurs tenir grand compte du degré de symétrie de l'image observée, car tandis que la section g^1 de la sanidine, par exemple, est perpendiculaire à n_g, les sections correspondantes des autres feldspaths donnent des images plus ou moins dissymétriques. Il doit y avoir concordance entre les deux genres d'observations. Mais dans le cas qui nous occupe, on doit surtout porter son attention sur les sections perpendiculaires à n_p. Celles-ci sont beaucoup plus étroites que les précédentes, mais, quand elles sont, par hasard, assez développées pour que l'examen en lumière convergente puisse leur être appliqué, la considération de l'écartement des axes et la mesure de l'angle d'extinction procurent souvent des renseignements précieux. Les sections microlitiques perpendiculaires aux bissectrices ne sont pas d'ailleurs aussi difficiles à découvrir qu'on pourrait le craindre eu égard à leurs petites dimensions, car on est guidé dans leur recherche par leurs biréfringences.

Les pétrographes ont ordinairement coutume de n'appliquer la lumière convergente qu'aux cristaux du premier temps de consolidation; ils considèrent les microlites sans exception comme n'étant pas susceptibles de se prêter à ce genre d'examen, mais c'est une erreur, et lorsqu'on a la patience nécessaire pour pousser à fond une recherche de ce genre, on en est presque toujours récompensé.

La constance d'allongement ou d'aplatissement des microlites feldspathiques des roches volcaniques, fait que maintenant les feldspaths du second temps de consolidation sont le plus souvent mieux déterminés et connus que ceux du premier temps. C'est pourquoi les recherches consignées dans ce travail ont eu surtout en vue la détermination spécifique des grands cristaux, lesquels sont dépourvus d'allongement marqué et ne présentent presque

Digitized by Google

toujours qu'un aplatissement peu prononcé suivant g^1 (010).

Jusqu'à présent, ces cristaux ont été surtout spécifiés, d'après l'examen des sections appartenant à la zone de symétrie, par leur angle d'extinction par rapport à la trace du plan de jonction des bandes associées suivant la loi de l'albite [zone perpendiculaire à g^1 (010)]. M. Michel Lévy a montré tout le parti que l'on pouvait tirer de la considération de cette zone et fourni les données optiques qui permettent de l'utiliser. Les observations faites sur les sections de cette zone ont été, jusqu'en ces derniers temps, le moyen principal et presque exclusif dont je me suis servi, soit dans mon enseignement, soit dans mes recherches personnelles pour arriver à la spécification des feldspaths des roches. Cette méthode, qui a été beaucoup critiquée à l'étranger et que l'on a caractérisée en la désignant sous le nom de méthode statistique, ne mérite pas les reproches exagérés dont on l'a chargée. Je dois reconnaître pourtant qu'elle exige des recherches prolongées et pénibles, car la donnée utilisable capitale qu'elle fournit ne peut être obtenue que par la connaissance du maximum de l'angle d'extinction que les sections en question sont susceptibles d'offrir, ce qui exige des comparaisons nombreuses et minutieuses, en dépit de la faible variation de l'angle d'extinction dans le voisinage de son maximum.

Frappé de ces inconvénients, j'ai songé, il y a plusieurs années déjà, à me servir de la mesure des angles d'extinction sur des sections mieux caractérisées, et mon choix s'est porté naturellement sur les sections qui présentent en lumière convergente entre les nicols croisés des images caractéristiques. Ces sections sont au nombre de cinq : les deux sections perpendiculaires aux axes optiques et les trois sections perpendiculaires aux axes d'élasticité.

Digitized by Google

Les deux sections perpendiculaires aux axes optiques ont le grand avantage de pouvoir être reconnues aisément dans une préparation par une simple observation en lumière polarisée parallèle. En effet, leur teinte sombre permanente dans toutes les orientations de la platine du microscope les fait bientôt apercevoir. Elles sont également bien caractérisées en lumière polarisée convergente, où l'on voit une branche d'hyperbole unique pirouetter sur elle-même au centre du champ en se redressant dans quatre orientations à angle droit. Lors même que ces sections présentent des contours polygonaux ou des clivages bien déterminés, il semble au premier abord que, par suite de leur teinte sombre permanente, elles ne se prêtent à aucune mesure optique. Mais si elles ne comportent effectivement aucune mesure d'angle d'extinction proprement dit, elles permettent néanmoins certaines mesures caractéristiques. En effet, on peut y déterminer facilement la direction de la trace du plan des axes optiques, par le redressement de l'image en lumière convergente et par la coïncidence de l'image redressée avec la direction de la section principale du polariseur et alors on peut fixer la valeur de l'angle compris entre cette direction et celle d'une arête ou d'un clivage de la section. Théoriquement, une pareille mesure est tout à fait rationnelle, mais il m'a semblé dans la pratique qu'elle manquait de précision, et ce qui, dans l'état actuel de nos connaissances, rend le procédé véritablement impraticable, est la difficulté de distinguer si l'on a affaire à l'un ou à l'autre des deux axes optiques. La complication qui en résulte dans la discussion des données de l'observation m'a décidé à mettre de côté ce genre d'examen.

Les sections parallèles au plan des axes optiques se découvrent aisément aussi dans une préparation, car ce

Digitized by Google

sont elles qui présentent le maximum de biréfringence, et par conséquent les teintes les plus vives (quand il s'agit, bien entendu, de feldspaths et de préparations épaisses d'environ $0^{mm},03$). De plus, en lumière convergente, elles montrent une image symétrique passablement caractérisée. Les angles d'extinction avec une arête, un clivage, une trace de jonction de macle peuvent y être parfaitement mesurés. Il y a évidemment de ce côté quelque chose à faire ; je ne doute pas que dans peu on ne comble la lacune que je laisse ouverte en négligeant ce genre de sections.

Si j'ai mis de côté ces sections intéressantes, c'est que dans beaucoup de cas j'ai été embarrassé par le vague de l'image vue en lumière convergente, vague suffisant pour empêcher de juger sûrement du degré de symétrie de l'image aperçue, et, par suite, de savoir à peu près l'écart entre la section observée et la section cherchée rigoureusement parallèle au plan des axes.

Mes études optiques se sont donc portées exclusivement sur les sections perpendiculaires aux deux bissectrices n_g et n_p. Assurément, ces sections sont moins bien caractérisées que les précédentes au point de vue de la biréfringence et par suite moins faciles à découvrir dans les préparations. Quand il s'agit des feldspaths de la série albite-anorthite, elles sont l'une et l'autre de biréfringence moyenne, à peu près intermédiaires comme teinte entre les sections perpendiculaires à un axe optique et la section parallèle au plan des axes. Quand il s'agit au contraire des feldspaths de la série orthose-albite, elles sont souvent de teintes beaucoup plus inégales entre elles. Il y a évidemment là une cause de gêne dans la recherche, mais cette difficulté disparaît dans la pratique, et j'ai souvent été frappé de la facilité avec laquelle mes élèves arrivaient, au

Digitized by Google

bout de quelque temps d'exercice, à mettre promptement la main sur ces sections. Quand on les a reconnues en constatant en lumière convergente l'image symétrique si nette qui les caractérise, et quand on s'est assuré qu'elle est bien centrée, il ne reste plus qu'à tirer parti de leurs angles d'extinction pour spécifier le feldspath auquel elles appartiennent. En produisant l'écartement des branches d'hyperbole, au moyen d'une rotation convenable de la platine du microscope, on fixe la direction de la trace du plan des axes qui coïncide avec la ligne joignant les deux sommets de la figure.

En superposant dans cette direction l'axe d'un quartz parallèle à teinte sensible, soit en lumière convergente, soit mieux encore en lumière parallèle, on détermine si c'est n_g ou n_p qui se trouve perpendiculaire à la section observée.

On pourrait encore superposer un mica quart d'onde sur la figure résultant du croisement des hyperboles, mais ce procédé est moins commode et moins précis que le précédent.

Lorsque les axes sont peu ou médiocrement écartés, comme c'est le cas dans la sanidine et dans l'anorthose, il suffit d'un simple coup d'œil sur les sections perpendiculaires à l'une ou à l'autre des deux bissectrices pour déterminer si la bissectrice aiguë est n_g ou n_p, la teinte sombre de la section perpendiculaire à la bissectrice aiguë et la petitesse de l'écartement maximum des branches d'hyperbole en lumière convergente tranchent immédiatement la question. Lorsqu'on a affaire à des feldspaths à axes plus écartés, la détermination du signe de la bissectrice aiguë devient plus délicate. Plusieurs procédés peuvent être employés.

En premier lieu, on compare dans une même préparation d'épaisseur bien uniforme les teintes au maximum

Digitized by Google

d'éclat en lumière polarisée parallèle des sections perpendiculaires à n_p et des sections perpendiculaires à n_g ; les sections les moins éclatantes appartiennent à la bissectrice aiguë. Ce procédé suffit toutes les fois que l'angle des axes 2V ne dépasse pas 80°. On augmente la sensibilité du procédé par l'addition d'un quartz parallèle donnant la teinte rose de la première gamme.

On peut encore mesurer sur les sections perpendiculaires à l'une et à l'autre bissectrice l'angle de rotation que l'on doit faire subir à la platine du microscope pour amener les sommets des branches d'hyperbole à être tangentes au bord du champ dans deux quadrants à angle droit. Le plus grand angle mesuré correspond à la bissectrice aiguë. Ce procédé est peu sensible ; après m'en être beaucoup servi, je n'en use plus que dans certains cas particuliers, à cause de l'incertitude du moment où la tangentialité au bord du champ se trouve établie.

On obtient au contraire d'excellents résultats en se servant d'un objectif à immersion à grand angle et d'un condensateur de même verre, mouillés l'un et l'autre avec de l'iodure de méthylène. La mesure de l'écartement maximum des branches d'hyperbole peut se faire avec un oculaire gradué, mais je trouve qu'il est bien plus commode et plus précis de se servir d'un oculaire à réticule mobile entraîné par un pivot qui engrène avec un tambour gradué.

Ce dispositif permet non seulement de déterminer le signe de la bissectrice aiguë, mais il fournit en outre la valeur de l'angle des axes 2V, quand on opère par comparaison avec un autre feldspath de biréfringence peu différente dont l'angle 2V a été déterminé au moyen de l'appareil qui sert normalement à la mesure de l'angle des axes et dont l'indice moyen est connu.

Digitized by Google

Enfin, quand toutes ces opérations importantes bien qu'accessoires ont été faites, il reste à mesurer l'angle que fait la direction d'extinction avec la trace d'un repère cristallographique connu. Comme direction d'extinction, on peut choisir arbitrairement la trace du plan des axes ou la direction perpendiculaire, mais pour que les mesures soient comparables, il est essentiel que le choix fait soit invariable. Dans tout le cours de ce travail, c'est la direction de la trace du plan des axes qui a été considérée.

Le repère cristallographique employé a été pour toutes les sections perpendiculaires à n_p la trace de g^1 (010) ou, ce qui revient au même, la trace de la macle de l'albite qui lui est parallèle.

Pour les sections perpendiculaires à n_g, le même repère a encore été adopté lorsqu'il s'est agi des feldspaths basiques, mais il a fallu recourir à une autre donnée pour les feldspaths acides dans lesquels le plan perpendiculaire à n_g est parallèle ou presque parallèle à la face g^1 (010). Le clivage g^1 et la macle n'y sont plus visibles. Alors, les extinctions ont été mesurées par rapport au clivage p, qui fait très rarement défaut chez les feldspaths acides. Je ferai remarquer d'après les récentes épures de M. Michel Lévy, que chez tous les feldspaths calco-sodiques autres que l'albite et l'anorthite, les sections p (001), g^1 (010) et la section perpendiculaire à n_g appartiennent sensiblement à la même zone. Pour ces feldspaths l'angle d'extinction sur la section perpendiculaire à n_g a donc la même valeur quel que soit le clivage, p ou g^1, dont on prend la trace pour repère.

L'écueil le plus grave du procédé proposé résulte de la possibilité de superpositions qu'il est absolument impossible d'éviter, particulièrement sur les sections perpendiculaires à n_g. Quand les bandes de la macle suivant la loi de l'albite

Digitized by Google

sont très fines, elles peuvent être superposées en grand nombre et se laisser deviner plus ou moins sur des sections voisines de g^1. On s'aperçoit ordinairement de ce fait parce que les sections perpendiculaires à n_g se montrent marbrées et moirées, par suite du développement inégal et irrégulier des bandes appartenant à l'une et à l'autre série de la macle. Il en résulte des extinctions roulantes qu'il faut autant que possible éviter en ne portant sa recherche que sur les parties souvent très limitées de la section feldspathique où les extinctions se font franchement.

Dans ces cas-là, il y a lieu de ne pas négliger d'employer l'objectif à immersion pour les observations en lumière convergente, Du reste, le mieux est de s'habituer à l'usage de cet objectif, tout aussi commode à manier qu'un objectif de plus faible grossissement, et plus avantageux encore pour l'examen des feldspaths compris dans les lames minces de roche que pour celui des feldspaths isolés.

Je ferai remarquer en passant que l'effet fâcheux des superpositions n'est pas propre aux mesures d'extinction effectuées sur les sections perpendiculaires aux bissectrices. Les mesures que l'on fait d'ordinaire sur les faces p (001) et g^1 (010) en sont affectées au même degré. Dans un cas pas plus que dans l'autre, il n'y a lieu de se décourager. Dans toute science, on rencontre des difficultés du même genre qu'il faut savoir tourner ou au moins dont il faut pouvoir apprécier l'importance pour chaque cas particulier.

Les mesures d'angle d'extinction sur les sections perpendiculaires aux bissectrices ont un avantage sur celles qui sont opérées, par exemple, sur les faces p et g^1, en ce que les directions d'extinction peuvent y être déterminées avec plus de précision. En effet, au lieu de se contenter

Digitized by Google

comme pour celles-ci de rechercher l'orientation qui donne la teinte la plus foncée en lumière polarisée parallèle, on peut déterminer l'orientation qui, en lumière convergente, transforme les hyperboles en une croix parfaitement régulière. Il est plus facile d'apprécier la régularité d'une figure que de déterminer la position correspondant à un minimum de lumière; c'est un principe que les constructeurs d'instruments d'optique ont du reste mis en usage depuis longtemps.

Une cause d'inexactitude importante dans les mesures que nous préconisons provient de ce que les sections obtenues par la taille sur des feldspaths isolés ou rencontrées dans des lames minces de roches ne sont pas toujours rigoureusement perpendiculaires aux bissectrices. Les épures dressées par M. Michel Lévy montrent l'étendue de l'erreur que l'on commet dans la mesure de l'extinction suivant le degré et le sens d'obliquité de la section observée par rapport à la section idéale absolument perpendiculaire à n_g ou à n_p.

Mais dès le début de mon travail la question m'avait préoccupé et pour me rendre compte de l'influence de l'erreur commise, j'avais fait tailler plusieurs feldspaths dans cinq orientations autour de chacune des deux bissectrices; une première section étant rigoureusement perpendiculaire à n_p, par exemple, une seconde inclinée de 5° sur la précédente dans la direction de la trace du plan des axes, une troisième inclinée de 10° dans la même direction, une quatrième et une cinquième inclinées des mêmes angles dans la direction perpendiculaire.

J'ai constaté ainsi que les images obtenues en lumière convergente étaient transportées au maximum à environ un tiers du rayon à partir du centre pour une inclinaison de 5°, aux deux tiers pour une inclinaison de 10° et

Digitized by Google

que le maximum d'écart de l'angle d'extinction dans ces conditions était de 5° à 8° et seulement lorsque l'inclinaison avait lieu dans le sens de la trace du plan des axes. Ces écarts sont certainement sensibles, mais insuffisants pour faire rejeter dans la plupart des cas les observations faites, surtout si l'on s'en tient aux observations dans lesquelles le décentrage de l'image n'indique pas une inclinaison de plus de 5°.

J'étais également arrivé à cette conclusion que les écarts étaient plus prononcés pour les sections voisines du plan perpendiculaire à n_g que pour celles qui sont voisines du plan perpendiculaire à n_p et que ces écarts présentaient, sauf chez les feldspaths basiques, leur maximum lorsque l'inclinaison avait lieu dans le sens de la trace du plan des axes tandis qu'ils devenaient insignifiants dans le sens perpendiculaire.

Ainsi, par exemple, ayant fait tailler, comme il est dit ci-dessus, une albite de Naresto (Arendal) qui sur la section perpendiculaire à n_p donnait un angle d'extinction de 73°, j'ai trouvé un angle de 74° sur la section inclinée de 10° dans le sens perpendiculaire au plan des axes et un angle de 76°30′ sur une section inclinée de 10° dans le sens du plan des axes. Sur le même feldspath donnant sur la section perpendiculaire à n_g un angle d'extinction de 19°30′, une section inclinée de 10° perpendiculairement au plan des axes possède un angle d'extinction de 21° et une section inclinée de 10° dans le sens du plan des axes présente un angle d'extinction de 24°30′.

Les épures de M. Michel Lévy ont du reste mis ces conclusions en évidence avec une netteté qui ne laisse rien à désirer en faisant la lumière sur ce qui est relatif à chaque type feldspathique, beaucoup mieux que quelques observations isolées sans coordination entre elles, n'avaient pu le

Digitized by Google

faire. Il ressort des données fournies par ces épures que les écarts ne sont vraiment dangereux que quand il s'agit des feldspaths acides et des sections voisines du plan perpendiculaire à n_g et encore seulement dans le cas où l'inclinaison a lieu dans le sens de la trace du plan des axes, or ce cas peut être aisément reconnu en lumière convergente par le sens dans lequel a lieu le transport de l'image observée. Les sections qui offrent ce défaut peuvent être négligées, ou si l'on tient à s'en servir, soumises à un redressement au moyen du petit appareil décrit ci-après. Les sections perpendiculaires à n_p fournissent au contraire d'excellentes données dans les feldspaths acides et n'offrent des écarts notables que quand on a affaire à des feldspaths basiques. En somme, on obtient des données plus sûres pour les feldspaths acides quand on considère les sections perpendiculaires à n_p, tandis que les sections perpendiculaires à n_g deviennent au contraire avantageuses quand il s'agit de feldspaths basiques. D'autres raisons, plus décisives encore, qui résultent des données optiques présentées dans le chapitre qui suit s'ajoutent d'ailleurs pour justifier le choix des sections perpendiculaires à n_p pour la spécification des feldspaths acides et celles des sections perpendiculaires à n_g pour la spécification des feldspaths basiques.

Enfin pour me mettre à l'abri des causes d'erreurs ci-dessus signalées, dans le cas où il y a intérêt sérieux à les éliminer, j'ai fait adapter sur la platine de mon microscope une seconde platine portant un anneau tournant autour de son centre dans le plan de cette platine et servant lui-même de support à un axe autour duquel tourne la préparation.

Un petit limbe gradué fait connaître l'inclinaison que l'on donne ainsi à la préparation. En faisant fonctionner ce

Digitized by Google

petit appareil très simple on rétablit le centrage de l'image vue en lumière convergente et l'on fait disparaître la cause d'erreur qui entache la mesure de l'angle d'extinction.

Enfin, en supposant que l'on ne fasse pas usage de ce dispositif, le défaut de centrage de l'image observée avertit l'observateur de l'importance de l'erreur qu'il commet, tandis que quand on se borne à déterminer les angles d'extinction sur les faces p et g^1 dans les lames minces, on ne possède aucun moyen de contrôle et l'on peut avoir affaire sans s'en douter à des sections assez fortement inclinées sur celle-ci.

Dans le cours de cet ouvrage, j'appellerai S, toute section perpendiculaire à une bissectrice aiguë; je nommerai T toute section perpendiculaire à une bissectrice obtuse,

Sn_g	sera une section perpend.	à l'axe n_g,	bissectrice	aiguë;	
Tn_g	—	—	—	—	obtuse.
Sn_p	—	—	à l'axe n_p,	—	aiguë.
Tn_p	—	—	—	—	obtuse(1).

Les incertitudes auxquelles on est en butte quand on mesure les angles d'extinction sur les sections p (001 et g^1 (010) des feldspaths compris dans une lame mince de roche se trouvent singulièrement atténuées quand on pratique la même opération sur les poudres cristallines obtenues comme nous le verrons ci-après par l'extraction des feldspaths d'une roche concassée et écrasée par pression. En effet, si l'on examine au microscope une poudre feldspathique ainsi obtenue, on s'aperçoit qu'elle est en grande partie composée de lamelles de clivage offrant entre les nicols croisés des teintes uniformes dans la majeure

(1) Je rappellerai ici que n_g, n_m et n_p représentent respectivement le plus grand indice de réfraction, l'indice moyen et le plus petit indice. L'axe n_g dans l'ellipsoïde des indices est celui suivant lequel s'effectuent les vibrations du rayon lumineux qui possède l'indice n_g et ainsi des deux autres axes.

Digitized by Google

partie de leur étendue, bordées de la même série de teintes de polarisation sur tout leur périmètre et limitées généralement par des contours polygonaux. Ordinairement on y discerne en outre la trace des clivages autres que celui qui est parallèle à la face d'aplatissement.

On constate alors que la plupart de ces lamelles sont des lamelles de clivage suivant *p* (001) et suivant g^1 (010). La proportion relative de ces deux sortes de lamelles dans une poudre feldspathique d'extraction est très variable. Généralement le nombre des lamelles suivant g^1 est beaucoup plus grand qu'on ne l'aurait prévu connaissant la facilité du clivage suivant *p*. Les deux sortes de lamelles se distinguent d'ailleurs aisément dans la plupart des cas par leurs formes et leurs caractères optiques. Les éléments de la macle de l'albite se montrent avec une grande netteté sur leur tranche quand il s'agit des lamelles suivant *p* (001), ils sont au contraire plus ou moins superposés à plat quand il s'agit de lamelles de clivage suivant g^1 (010). Ils donnent à ces lamelles des aspects variés suivant l'espèce feldspathique considérée, suivant l'épaisseur relative des deux séries de bandes et le degré de continuité des éléments qui les composent. La macle de Karlsbad contribue aussi par ses pénétrations variées à donner aux lamelles suivant g^1 des aspects divers. Tantôt il se fait simplement des extinctions incomplètes. d'autres fois les lamelles se montrent parsemées de marbrures irrégulières ou de bandes quelquefois difficile à distinguer des zones dues à des changements de composition chimique.

La macle de la péricline produit des troubles analogues mais d'ordinaire moins prononcés sur les sections perpendiculaires aux deux bissectrices. Comme la macle de l'albite, elle se voit bien mieux sur les sections perpendiculaires à n_p que sur les sections perpendiculaires à n_g.

Digitized by Google

Enfin, dans les poudres, il n'est pas rare d'observer des petites lamelles limitées par les deux clivages p et g^1 et sensiblement rectangulaires. C'est parmi ces lamelles que l'on a chance de rencontrer des sections perpendiculaires à n_p, surtout chez les feldspaths acides.

On observe aussi des lamelles correspondant aux clivages suivant les faces de prisme, mais elles sont beaucoup moins nombreuses. Enfin, il y a naturellement aussi des grains de forme irrégulière dont l'œil s'habitue bien vite à faire abstraction.

Les lamelles de clivage ne se disposent à plat sur le verre de la préparation que lorsqu'on les observe à sec ou dans un liquide suffisamment fluide, la pression du petit verre dont on recouvre la poudre immergée contribue encore à disposer les lamelles bien à plat sur le verre qui les porte. Mais on peut opérer tout autrement, mélanger la poudre à un liquide visqueux susceptible de solidification rapide, de manière à ce que les lamelles cristallines se présentent à l'observation microscopique dans toutes les orientations possibles. Alors on se rapproche du cas de l'observation de la roche taillée en lames minces. On peut même après solidification du liquide qui sert de récipient user la préparation ainsi obtenue de manière à augmenter la similitude des deux modes d'observation. En tous cas, avec cette manière d'opérer on a l'avantage d'obtenir dans le champ du microscope un nombre considérable de sections feldspathiques disposées dans toutes les orientations possibles au lieu du nombre restreint qu'aurait fourni une plaque mince taillée dans la roche.

Mais il est évident que les préparations de poudres cristallines feldspathiques sont surtout avantageuses quand les lamelles de clivage y sont disposées à plat puisque l'on a ainsi la certitude d'observer certaines sections cristallo-

Digitized by Google

graphiques bien déterminées du type feldspathique étudié. Les causes d'erreur que nous avons signalées ne doivent pas décourager, elles disparaissent ou s'atténuent bientôt quand on a acquis l'habitude de ce mode d'opérer. On ne saurait trop le recommander aux pétrographes concurremment avec l'observation des lames minces.

Sur les spécimens clivés suivant *p* la mesure des angles d'extinction se fait par rapport à la trace du plan g^1 déterminé au moyen de la trace du clivage g^1 ou mieux encore au moyen de la direction des bandes de macle suivant la loi de l'albite. Lorsque la macle de la péricline existe en même temps que celle de l'albite, elle se distingue aisément, la première possédant un signe d'allongement positif et la seconde un signe d'allongement négatif. Il est du reste à remarquer que chez la plupart des feldspaths la macle de la péricline n'est pas visible sur les sections parallèles à *p* (001). Cette macle se montre au contraire assez fréquemment en même temps que la macle de l'albite sur les sections perpendiculaires à la bissectrice n_p, et alors on la distingue de celle-ci par le caractère sus-indiqué.

La mesure de l'angle d'extinction sur les lamelles de clivage suivant g^1 (010) doit se faire par rapport à la trace du plan *p* ou des clivages qui lui sont parallèles, la macle de l'albite n'est plus visible. Il n'y a pas lieu de chercher à tirer parti de la macle de la péricline bien qu'elle soit assez fréquemment quoique difficilement visible sur les sections g^1. Sa face de jonction se confond plus souvent avec *p* (001) qu'on ne le croit généralement d'après Vom Rath. Sur les feldspaths de la série albite-anorthite elle s'éloigne peu du parallélisme avec la face *p*; sur g^1 ses bandes présentent un allongement de signe négatif. Il en est de même sur les sections perpendiculaires à la bissectrice n_g. Il est donc difficile sur de telles sections de

Digitized by Google

distinguer ces bandes de celles de la macle de l'albite, qui peuvent se montrer dès que la section considérée offre la moindre inclinaison sur g^1 (010). Je dois dire cependant qu'elles ont un autre aspect, elles sont moins larges et de biréfringences moins inégales. Chez les feldspaths tricliniques de la série sodico-potassique on observe une macle dont la face de jonction fait un angle considérable avec la face p. Sur les sections perpendiculaires à la bissectrice n_g la trace de ses bandes fait un angle d'environ 73° avec le clivage p et son signe d'allongement est positif.

Quant au clivage p, il se reconnaît aisément, soit sur les sections suivant g^1, soit sur les sections perpendiculaires à n_g, par son signe négatif d'allongement, qui le distingue immédiatement des clivages suivant les faces du prisme dont le signe d'allongement est positif; il est d'ailleurs toujours plus facile et plus net.

En général, les superpositions produites par les bandes de la macle de la péricline sont aussi gênantes pour les observations d'extinction sur les sections parallèles à p (001) que celles de la macle de l'albite le sont pour les observations sur les sections parallèles à g^1 (010). L'erreur qui peut en résulter est d'autant plus forte que les bandes sont plus nombreuses et plus fines, et que les deux séries ont un développement plus égal. Les poudres très fines, les lames très minces sont dans ce cas celles qui conviennent le mieux aux observations.

En outre des feldspaths compris dans des lames minces et de ceux qui composent des poudres cristallines d'extraction, on verra ci-après que mes recherches optiques se sont étendues à des feldspaths en fragments de quelques millimètres de diamètre empruntés à des roches diverses : agrégats filoniens, dépôts drusiques, roches cristallines anciennes, tufs volcaniques, échantillons extraits au ciseau

Digitized by Google

de roches volcaniques massives. Ces feldspaths ont été taillés en lamelles perpendiculaires à l'une ou à l'autre des deux bissectrices, ou en parallélipipèdes rectangles ayant une face perpendiculaire à n_g et l'autre perpendiculaire à n_p. Deux lamelles ont été taillées autant que possible dans le même morceau de feldspath, l'une perpendiculaire à la bissectrice aiguë, l'autre perpendiculaire à la bissectrice obtuse et amincies simultanément, de manière à présenter la même épaisseur. Une lame de quartz parallèle à l'axe était en outre amincie en même temps de manière à permettre la mesure des biréfringences au comparateur de M. Michel Lévy. Je possède trois cents préparations contenant ainsi environ cinq cents sections de feldspaths taillés perpendiculairement aux bissectrices.

Cette collection, œuvre de M. Werlein, est un véritable trésor minéralogique, surtout si l'on y ajoute les parallélipipèdes dont il vient d'être question et les prismes orientés optiquement qui ont servi à la mesure des indices de réfraction.

Le procédé employé par M. Werlein pour la recherche de la direction des bissectrices dans un feldspath donné est en usage chez les opticiens français depuis plus d'un demi-siècle. Il consiste à observer, au microscope à lumière convergente de M. des Cloizeaux, le feldspath enchassé dans une petite boulette pâteuse de baume de Canada que l'on peut retourner, aplatir et modeler à son gré, noyer dans du baume plus liquide enchâssé dans une bague de verre, jusqu'à ce qu'on ait trouvé l'orientation dans laquelle le feldspath éprouvé donne l'image cherchée d'une section perpendiculaire à l'une des bissectrices. Il est bien entendu, d'ailleurs, que l'opération de la recherche est facilitée par l'observation des clivages et par la connaissance approximative préalable de l'espèce feldspathique en présence. Un

Digitized by Google

assez grand nombre de ces préparations : lamelles perpendiculaires à une bissectrice, parallélipipèdes et prismes orientés, ont été taillés sur des échantillons pesant au plus quelques centigrammes, à peine gros comme des têtes d'épingle. Chaque prisme a toujours été taillé dans un parallélipipède à faces perpendiculaires aux bissectrices et souvent il est arrivé que dans le même parallélipipède long de quelques millimètres seulement, M. Werlein a taillé deux prismes ayant l'un son plan bissecteur perpendiculaire à n_g et l'autre le sien perpendiculaire à n_p.

II. — *Préparation des poudres cristallines propres aux études chimiques.* — Les poudres feldspathiques destinées principalement à l'analyse chimique et à la détermination des poids spécifiques demandent pour leur extraction et leur purification certaines manipulations que je vais brièvement décrire. Elles ont l'avantage de permettre d'écarter les impuretés mieux qu'on ne pourrait le faire en agissant sur des cristaux volumineux et, surtout, quand un même échantillon de roche contient plusieurs feldspaths, comme c'est le cas ordinaire, elles peuvent, au moyen des liqueurs denses, être divisées en petits lots sensiblement homogènes dont l'étude se fait par conséquent avec plus de précision. Nous avons vu d'ailleurs qu'elles se prêtent dans une certaine mesure aux essais optiques.

Les opérations qu'elles nécessitent pour leur obtention sont les suivantes :

1° Par un concassage sans trituration dans un mortier d'agate ou d'acier, on pulvérise un fragment plus ou moins volumineux de la roche dont on veut étudier les feldspaths. Le volume du fragment à pulvériser dépend de sa richesse en feldspath. Quand on se sert d'un mortier d'agate, ce qui est préférable, on enveloppe le mortier d'une peau souple

Digitized by Google

percée d'un trou pour le passage du pilon et l'on frappe à petits coups sur ce dernier à l'aide d'un marteau de bois. La peau nouée en dessous du mortier et bien tendue en dessus retient les grains provenant de l'écrasement et les empêche d'être dispersés par les chocs.

2° On passe la poudre obtenue à travers plusieurs tamis dont les mailles ont les diamètres suivants :

Tamis n° 1,	mailles en fil métallique			de $0^{mm},7$;
— 2,	—	—		de $0^{mm},5$;
— 3,	—	soie		de $0^{mm},15$.

Dans le laboratoire du Collège de France, le tamis n° 1 est en fil de laiton; il ne sert qu'exceptionnellement quand la roche étudiée contient exceptionnellement des grains un peu gros de feldspath que l'on veut conserver. Le tamis n° 2 est en fil de platine et la paroi du tamis est revêtue également en platine.

On rejette en tous cas les grains qui n'ont pas passé à travers le tamis n° 1 et souvent ceux qui n'ont pas passé au travers du tamis n° 2 (quand le n° 1 n'a pas été employé). On rejette aussi la poudre trop fine qui a traversé le tamis n° 3. C'est donc sur la poudre recueillie sur celui-ci que les opérations se poursuivent.

3° Les poudres ainsi préparées sont soumises à l'action d'un électro-aimant mis en communication avec deux éléments Bunsen de moyennes dimensions, de manière à enlever la majeure partie des matériaux ferrifères de la roche.

On se rendra compte de l'importance de cette opération quand on saura que dans une roche volcanique de composition moyenne, telle qu'une andésite à hornblende de l'Auvergne, le résidu que l'on recueille après ce traitement représente au plus le dixième en poids de la poudre traitée. Si l'on a affaire à une roche basaltique, la proportion du

Digitized by Google

feldspath recueilli descend quelquefois au-dessous du centième. La séparation par les liqueurs denses qui constitue l'opération suivante ne devient vraiment praticable qu'après ce traitement préalable, qui débarrasse d'une quantité considérable de matière inutile.

4° La partie non attirable à l'électro-aimant est traitée par l'iodure de méthylène additionné d'éther sec en certaines proportions et les grains de la poudre sont séparés en deux lots suivant leur ordre de densité. Les deux lots de poudre ainsi séparés sont ensuite soumis au même traitement avec de l'iodure de méthylène additionné d'éther sec en d'autres proportions et l'opération peut être répétée de la sorte autant de fois qu'on voudra de manière à diviser la poudre initiale en lots divers d'inégale densité.

La fluidité de l'iodure de méthylène jointe à sa grande densité et à sa transparence le rendent extrêmement précieux pour ce genre de manipulation [1].

L'évaporation très prompte de l'éther sec facilite le lavage rapide des poudres et permet de retrouver sans perte l'iodure de méthylène employé. L'appareil que j'emploie de préférence pour cette opération est celui qui a été imaginé et décrit par M. Coutollenc. Il est extrêmement commode et mérite d'être recommandé aux pétrographes. Il se compose de deux petits vases cylindriques emboîtés l'un dans l'autre et communiquant ensemble par une ouverture que ferme un bouchon de verre creux rodé à l'émeri et terminé en haut par une longue tige en saillie qui en permet le maniement. Les deux vases renferment le même liquide. La séparation s'effectue doucement dans le vase supérieur et, quand elle est terminée, on soulève le bouchon et la

[1] Quand il devient coloré par une décomposition lente spontanée, il est facile de le rendre de nouveau incolore en l'agitant quelques instants avec une gouttelette de mercure. Je le préfère de beaucoup aux liqueurs de Thoulet et de Daniel Klein dont j'ai fait antérieurement grand usage.

Digitized by Google

poudre la plus dense tombée au fond de ce vase s'écoule sans secousse et se réunit au fond du vase inférieur. Le bouchon est alors enfoncé de nouveau, les deux vases sont alors détachés l'un de l'autre et le liquide du vase inférieur est versé sur un petit filtre avec la poudre qu'il renferme: là, il ne reste plus qu'à laver celle-ci à l'éther sec.

5° Malgré la multiplicité de ces traitements et le soin qu'on peut apporter dans leur exécution, les poudres séparées ne sont pas encore suffisamment pures pour l'analyse; il est indispensable de les soumettre à un triage mécanique à la loupe, travail toujours long et fastidieux, mais dont on ne peut malheureusement jamais se passer.

6° Quand chacun des lots de feldspath ainsi séparés est bien purifié par cette dernière opération, il est intéressant d'en déterminer le poids spécifique. On peut même, sans attendre le travail de purification, prendre quelques grains de chaque lot et en chercher la densité. La balance de Westphal se prête admirablement bien à ces essais. C'est une petite balance romaine graduée de telle sorte qu'on y peut lire immédiatement le poids spécifique d'un liquide quelconque dans lequel on fait plonger le petit thermomètre suspendu à l'extrémité du levier de l'instrument. Le liquide en question doit, bien entendu, dans notre cas, posséder le même poids spécifique que les grains de feldspath essayés; il suffit pour cela d'en modifier la composition de telle sorte que ces grains y soient en suspension sans flotter et sans tomber au fond. Les mélanges d'éther et d'iodure de méthylène ne conviennent pas à cause de la trop grande volatilité de l'éther, ce qui entraînerait un changement incessant de la densité du liquide. On emploie très bien, au contraire, des mélanges d'iodure de méthyène avec le xylol ou l'alcool amylique.

Après avoir pesé chacun des lots de feldspath extraits

Digitized by Google

d'une roche volcanique on en détermine ainsi la densité, ce qui les spécifie approximativement. Les pesées faites ne donnent pas rigoureusement les poids des divers feldspaths qui figurent dans une roche, mais je crois volontiers qu'elles en représentent d'une façon assez précise les proportions relatives.

7° Quand on a fait choix de matière feldspathique pour l'analyse chimique, il est bon de l'employer toute entière pour une prise de densité nouvelle au moyen de la méthode du flacon. Là je signalerai encore une petite innovation bien commode. Pour débarrasser la poudre expérimentée des bulles d'air adhérentes, j'introduis le flacon à densité à demi rempli d'eau et débouché, dans un vase de verre à large goulot d'environ soixante centimètres cubes de capacité. Ce vase est fermé par un bouchon de caoutchouc traversé par un tube de verre qui, par l'intermédiaire d'un tube de caoutchouc, le met en relation avec une petite trompe à air en verre adaptée au robinet de la fontaine du laboratoire. Au bout d'un quart d'heure le vide est fait à deux ou trois centimètres, ce qui suffit pour débarrasser la poudre de l'air qui y adhère.

8° Enfin, quant au procédé d'analyse employé par moi, c'est celui qui a été imaginé et étudié par Henri Sainte-Claire Deville. Je m'en sers depuis plus de quarante ans et pense que pour l'analyse des feldspaths des roches, dans lesquelles on de dispose jamais que de petites quantités de matière pure, il est particulièrement très avantageux.

CHAPITRE II

ÉTUDE DES PRINCIPAUX TYPES FELSPATHIQUES

Le but des recherches consignées dans ce chapitre est de fixer autant que possible les propriétés optiques des

Digitized by Google

principaux types de feldspaths et de déterminer leurs variations comparées à la variation de la composition chimique. La donnée que j'ai cherché à fournir avant tout est la valeur des angles d'extinction sur les sections perpendiculaires aux bissectrices. L'importance de cette donnée résulte de ce que, dans la pratique, c'est elle qui conduit le mieux à la spécification des feldspaths. Cependant je suis loin de négliger les autres tout aussi importantes au point de vue minéralogique. Pour plusieurs feldspaths, notamment pour l'albite, l'oligoclase, l'andésine et le microcline, les publications de M. des Cloizeaux contiennent sous ce rapport une telle richesse de documents qu'il y a peu de choses à ajouter pour les compléter, mais il n'en est pas de même pour les feldspaths basiques et pour un feldspath acide, l'anorthose. C'est ce qui fait que mes investigations se sont portées avec prédilection sur ces deux catégories de feldspaths. Les analyses que j'ai cru devoir effectuer s'appliquent surtout, pour la même raison, à ces types minéraux.

Pour désigner les divers types feldspathiques je me sers des noms vulgaires employés dans la science : albite, oligoclase, etc. J'utilise aussi des combinaisons de deux de ces noms pour caractériser des types intermédiaires : oligoclase-albite, oligoclase-andésine etc. Je me réserve à la fin de ce chapitre de définir plus rigoureusement ces termes.

L'ordre suivi dans cette description consistera à marcher de la série basique vers la série acide.

ANORTHITES

Anorthite de la Somma. — Les échantillons d'anorthite de la Somma que je me suis procurés par l'entremise de G. Gozzolino, le guide bien connu du Vésuve, appartiennent à deux types feldspathiques différents ; les uns sont

Digitized by Google

formés par des anorthites, les autres sont constitués par des bytownites. Ces deux catégories de feldspaths diffèrent par leurs poids spécifiques que j'ai trouvés compris, pour les premiers, entre 2.736 et 2,756, et, pour les seconds, entre 2.718 et 2,731. Ils diffèrent aussi, comme nous le verrons ci-après, par leurs propriétés optiques.

Les spécimens du premier type ont pour la plupart leur poids spécifique compris entre 2,740 et 2,750; dans les cristaux qui m'ont été envoyés ils sont beaucoup plus abondants que ceux qui appartiennent au type bytownite.

C'est à des cristaux de ce genre qu'il faut rapporter principalement les études chimiques et cristallographiques auxquelles a donné lieu jusqu'à présent l'anorthite de la Somma. Je ferai remarquer immédiatement que toutes les analyses de ces feldspaths y indiquent la présence d'une proportion notable de soude (environ 1 0/0), par conséquent ce sont des anorthites-bytownites et non des anorthites pures, car celles-ci seraient absolument dépourvues de chaux. Les types albite et anorthite représentés par A*b* et A*n* dans les applications de la loi de Tschermak sont des types théoriques, car il n'y a guère d'albite où l'analyse ne révèle des traces de potasse, et surtout, on ne rencontre guère d'anorthite absolument exempte de soude.

En tout cas, l'anorthite de la Somma, dans son type ordinaire, s'éloigne sensiblement de l'anorthite théorique. Elle correspondrait à peu près à la formule $Ab^1 An^{16}$; on doit reconnaître, par suite de la complication de cette formule, que le minéral en question est mal défini au point de vue de la composition chimique (1). Quoi qu'il en soit, c'est à ce type que se rapportent les renseignements nou-

(1) Il est possible que dans les spécimens analysés il y eut mélange d'un peu de bytownite avec l'anorthite; cependant les études optiques me semblent indiquer l'existence d'une anorthite véritablement plus basique.

Digitized by Google

veaux ci-après consignés. Parmi les cristaux que j'ai étudiés et sur lesquels j'ai opéré, il en est un de poids spécifique 2.749 qui a servi à plusieurs manipulations successives, c'est pourquoi je le décrirai avec quelques détails sous le rapport cristallographique.

Large de 3 millimètres environ, il avait dans son ensemble la forme d'une petite masse bombée hémisphérique, appliquée à plat sur un fragment d'une bombe constituée par de l'anorthite et du pyroxène.

On y reconnaissait les faces *p* (001), g^1 (010), *t* (110), $b^{1/4}$ $(\bar{2}\bar{2}1)$, $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, *v* $(\bar{2}\bar{4}1)$, $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$, a^1 $(\bar{1}01)$, $a^{1/3}$ $(\bar{2}03)$, *m* $(1\bar{1}0)$, *w* $(\bar{2}41)$ et $c^{1/3}$ $(\bar{1}11)$.

Après avoir été détaché de sa gangue il a été soumis aux mesures cristallographiques et a donné les valeurs d'angles suivantes, dont je présente le tableau en regard des valeurs correspondantes qui figurent dans le traité de Minéralogie de M. Des Cloizeaux.

			Angles mesurés par l'auteur.	Angles de M. des Cloizeaux.
pt	(001)	(110)	113° 57′	114° 7′
$pb^{1/4}$	(001)	$(\bar{2}\bar{2}1)$	95° 10′	95° 10′
$pb^{1/2}$	(001)	$(\bar{1}\bar{1}1)$	57° 50′	57° 51′
$a^{1/2}\,a^1$	$(\bar{2}01)$	$(\bar{1}01)$	150° 53′	150° 19′
$a^{3/2}\,a^1$	$(\bar{2}03)$	$(\bar{1}01)$	133° 42′	133° 32′
$pa^{3/2}$	(001)	$(\bar{2}03)$	145° 5′	145° 14′
pa^1	(001)	$(\bar{1}01)$	128° 40′	128° 29′
$pa^{1/2}$	(001)	$(\bar{2}01)$	98° 45′	98° 46′
$tb^{1/2}$	(119)	$(\bar{1}\bar{1}1)$	123° 56′	123° 44′
tv	(110)	$(\bar{2}\bar{4}1)$	147° 56′	145° 54′
$b^{1/2}\,v$	$(\bar{1}\bar{1}1)$	$(\bar{2}\bar{4}1)$	145° 17′	147° 26′
$ta^{1/2}$	(110)	$(\bar{2}01)$	134° 38′	134° 36′
$b^{1/2}\,a^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{1}1)$	$(\bar{2}01)$	142° 15′	142° 13′
$b^{1/2}\,m$	$(\bar{1}\bar{1}1)$	$(1\bar{1}0)$	98° 30′	98° 35′

Digitized by Google

			Angles mesurés par l'auteur.	Angles de M. Des Cloizeaux.
$a^{1/2}\ m$	$(\bar{2}01)$	$(1\bar{1}0)$	136° 23′	136° 22′
pg^1 droit	(001)	(010)	94° 10′	94° 10′
$g^1\ a^{1/2}$	(010)	$(\bar{2}01)$	90° 37′	90° 23′
$g^1\ v$	(010)	$(\bar{2}\bar{4}1)$	141° 44′	141° 45′
$va^{1/2}$	$(\bar{2}\bar{4}1)$	$(\bar{2}01)$	128° 45′	128° 38′
$g^1\ b^{1/2}$	(010)	$(\bar{1}\bar{1}1)$	115° 7′	115° 7′
$g^1 t$	(010)	(110)	122° 3′	121° 56′
$g^1 m$	(010)	$(1\bar{1}0)$	117° 34′	117° 34′
mt	$(1\bar{1}0)$	(110)	120° 51′	120° 30′
pm	(001)	$(1\bar{1}0)$	110° 27′	110° 40′
mw	(110)	$(\bar{2}41)$	144° 48′	144° 44′
wg^1	$(\bar{2}41)$	(010)	141° 16′	141° 19′
$pc^{1/2}$	(001)	$(\bar{1}11)$	125° 51′	125° 43′

Les faces les plus développées sont p, g^1, t, $a^{1/2}$ et v.

La face g^1 possède un éclat nacré dû à ses clivages.

Deux sections ont été pratiquées sur ce cristal, l'une perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_p, l'autre perpendiculaire à la bissectrice obtuse n_g ; puis j'ai mesuré les angles formés par chacune de ces sections avec les principales facettes ménagées autant que possible. Malheureusement les deux sections Sn_p et Tn_g obtenues par la taille, au lieu de former entre elles un angle de 90° faisaient un angle de 92° 47′ qu'il n'eût pas été possible de modifier complètement sans courir le risque de faire disparaître les derniers restes de la plupart des facettes de l'échantillon. Les mesures effectuées ont fourni les données angulaires suivantes :

Angle de Sn_p	avec	g^1 droit	(010)	122° 45′
—	—	p	(001)	124° 24′
—	—	$a^{1/2}$	$(\bar{2}01)$	132° 48′
—	—	$b^{1/2}$	$(\bar{1}11)$	170° 49′
—	—	m	$(1\bar{1}0)$	90° 45′
—	—	t	(110)	120° 45′

Digitized by Google

La section Sn_p est peu éloignée de la zone t (110) p (101). Elle est également très rapprochée de la zone m $(1\bar{1}0)$, $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$, $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$. D'où il suit que la section Sn_p est assez voisine de la face $b^{1/2}$ du côté de $e^{1/2}$.

Angle de Tn_g	avec	$b^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{1}1)$	94° 6′
—	—	$a^{1/2}$	$(\bar{2}01)$	89° 32′
—	—	t	(110)	44° 37′
—	—	m	$(1\bar{1}0)$	84° 25′
—	—	p	(001)	143° 53′
—	—	g^1	(010)	50° 8′

La section Tn_g est peu éloignée de la zone m (110) w $(\bar{2}41)$. Elle est également très rapprochée de la zone $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$ v $(\bar{2}\bar{4}1)$. D'où il suit qu'elle est assez voisine de la face $i^{1/2}$ (011).

Le parallélipipède ayant servi aux mesures précédentes a été soumis à des essais de redressement qui ont abouti à ramener les deux sections perpendiculaires aux bissectrices à former entre elles un angle de 90° 56′.

Dans ces conditions les angles observés ont été les suivants :

Angle de Sn_p	avec	g^1 droit	(010)	121° 59′
—	—	p	(001)	126° 46′
—	—	$a^{1/2}$	$(\bar{2}01)$	134° 20′
—	—	$b^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{1}1)$	163° 8′
—	—	m	$(1\bar{1}0)$	98° 25′
—	—	t	(110)	116° 45′
Angle de Tn_g	avec	$b^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{1}1)$	95° 4′
—	—	$a^{1/2}$	$(\bar{2}01)$	90° 23′
—	—	t	(110)	43° 40′
—	—	m	$(1\bar{1}0)$	85° 8′
—	—	p	(100)	144° 25′
—	—	g^1	(010)	50° 27′

Cette opération terminée, la crainte de faire disparaître

Digitized by Google

les facettes naturelles n'existant plus, le parallélipipède a été redressé de manière à ce que l'angle de ses faces fût sensiblement de 90°, puis taillé pour fournir deux prismes propres à la mesure des indices.

Prisme de 61°46′, plan bissecteur perpendiculaire à n_p, arête dirigée suivant n_g.

D_{gj} (déviation du rayon jaune vibrant suivant n_j).

D_{mj} (déviation du rayon jaune vibrant suivant n_m).

D_{gj}	47°26′	n_{gj}	1,5881
D_{mj}	46°57′30″	n_{mj}	1,5834

Prisme de 62°1′, plan bissecteur perpendiculaire à n_g arête dirigée suivant n_m.

D_{mj}	47°22′	n_{mj}	1,5840
D_{pj}	46°33′	n_{pj}	1,5760

Moyennes :

$$n_{gj} = 1,5884$$
$$n_{mj} = 1,5837$$
$$n_{pj} = 1,5757.$$

Un autre cristal de même provenance et de même poids spécifique (2,749) a été également étudié au point de vue cristallographique et a servi à tailler une lamelle épaisse d'environ un demi-millimètre, propre à la mesure de l'écartement des axes.

Tandis que sur l'échantillon précédent la facette v était l'une des plus développées et $c^{1/2}$ à peine visible, ici c'est $c^{1/2}$ qui est la facette principale et v n'existe pas. On constate la présence de p, $a^{3/2}$, a^1, $a^{1/2}$, $c^{1/2}$, g^1 et m.

Les mesures goniométriques ont fourni les données suivantes, mises en regard des données correspondantes qui figurent dans le traité de M. Des Cloizeaux :

Digitized by Google

		Angles déterminés par l'auteur.	Angles déterminés par M. Des Cloizeaux.
$a^{1/2}c^{1/2}$	$(\bar{2}01)$ $(\bar{1}11)$	139°47′	139°48′
$mc^{1/2}$	$(1\bar{1}0)$ $(\bar{1}11)$	123°33′	123°37′
$pc^{1/2}$	(001) $(\bar{1}11)$	125°24′	125°43′
mg^{1}	$(1\bar{1}0)$ (010)	117°26′	117°34′
$ma^{1/2}$	$(1\bar{1}0)$ $(\bar{2}01)$	136°12′	136°22′
$a^{1}c^{1/2}$	$(\bar{1}01)$ $(\bar{1}11)$	153°43′	154°
$g^{1}c^{1/2}$	(010) $(1\bar{1}1)$	117°50′	117°47′
pa^{1}	(001) $(\bar{1}01)$	128°15′	128°29′

Après la taille de la section Sn_p les facettes restées en bordure étaient pour la plupart si étroites qu'elles n'ont fourni que des mesures approximatives pour l'angle formé par elles avec la section en question. Je n'indique donc que les principales :

Angle de	Sn_p avec p	(001)	127°14′
—	Sn_p avec $c^{1/2}$	$(\bar{1}11)$	125°9′
—	Sn_p avec m	$(1\bar{1}0)$	96°47′
—	Sn_p avec $a^{1/2}$	$(\bar{2}01)$	128°44′

L'angle des axes mesuré dans l'air a été trouvé :

$$2\,E = 147°.$$

Cet angle, mesuré dans l'eau distillée a été trouvé :

$$2\,Aq = 95°$$

avec dispersion inclinée et légèrement croisée $\rho < \nu$.

On en déduit :

$$2\,V = 77°18'.$$

Le parallélipipède qui a servi à la taille des prismes destinés à la mesure des indices n'a pu être utilisé pour la mesure des angles d'extinction sur Sn_p et Tn_g; il était absolument pur, sans macle ni clivage pouvant fonctionner comme repères. Pour arriver à cette mesure, j'ai fait tailler sur d'autres cristaux neuf sections minces perpendiculaires à n_p et neuf sections perpendiculaires à n_g. J'en

Digitized by Google

ai rejeté quatre à cause de la dissymétrie apparente de l'image en lumière convergente. Toutes les autres étaient sensiblement bien taillées, on n'y découvrait de légers défauts de centrage et de dissymétrie de l'image en lumière convergente qu'avec la plus scrupuleuse attention.

Sur les huit sections Sn_p restantes, l'angle d'extinction s'est montré compris entre 55°30′ et 59°. La moyenne est d'environ 57°, mais je la trouve trop forte, les sections les mieux centrées étant surtout celles qui ont donné des extinctions d'environ 56° et, d'ailleurs, je serais volontiers tenté de rapporter les échantillons qui ont donné des extinctions de 59° à la bytownite plutôt qu'à l'anorthite, d'après les nombres fournis par des feldspaths basiques d'autres gisements (1).

Quant aux huit sections Tn_g elles ont donné des angles de 46 à 49° avec grande prédominance des angles de 48° et de 49°. Une seule a donné un angle de 44° correspondant probablement à une bytownite.

En somme, l'angle d'extinction sur Sn_p chez l'anorthite de la Somma est d'environ 56° et l'angle d'extinction sur Tn_g de 48°.

L'une des sections Sn_p étudiées présentait à la fois les traces de la macle de l'albite, de la macle de la péricline et du clivage m $(1\bar{1}0)$.

Les traces du clivage $m(1\bar{1}0)$ et des deux macles circonscrivent un triangle presque équilatéral; l'extinction se fait sensiblement suivant la trace du clivage, dans l'angle obtus des macles.

Anorthite et bytownite de Saint-Clément (Puy-de-Dôme). — Ces feldspaths, qui m'ont été donnés par M. Michel

(1) Je n'ai pu exercer une surveillance suffisante sur l'opération de la taille pour pouvoir comparer avec sécurité les angles d'extinction avec les poids spécifiques.

Digitized by Google

Lévy, appartiennent au même gisement. Ils proviennent d'un gneiss à pyroxène.

Quand on soumet les échantillons à l'épreuve des liqueurs denses, on voit qu'ils se rapportent à des types feldspathiques basiques, de poids spécifique inégal. On peut y reconnaître les deux types distingués parmi les feldspaths basiques de la Somma.

Trois échantillons, de poids spécifiques compris entre 2,736 et 2,749, m'ont fourni douze lamelles minces taillées perpendiculairement aux bissectrices.

Les angles d'extinction observés sur Sn_p se sont montrés compris entre 53° et 56°. Il semble bien que la moyenne de la valeur de l'angle d'extinction soit un peu plus faible que pour l'anorthite de la Somma (1).

Les angles d'extinction sur Tn_g ont varié seulement de 47° à 48°. La valeur de 48° est celle de la section qui a donné l'image la mieux centrée. Je crois que les déterminations du feldspath de Saint-Clément, faites par M. Michel Lévy, se rapportent plutôt à cette anorthite qu'à la bytownite du même gisement, dont il est question ci-après.

Les indices mesurés au réfractomètre par MM. Michel Lévy et Lacroix sont les suivants :

n_g	1,586
n_m	1,581
n_p	1,574

Trois échantillons de poids spécifiques compris entre 2,718 et 2,728 m'ont fourni huit sections taillées perpendiculairement aux bissectrices. Les angles d'extinction sur Sn_p ont varié de 56° à 58°; on peut prendre 57° comme

(1) Les sections qui ont donné les angles d'extinction les plus petits provenaient d'un même échantillon. Mises à plat sur la platine du microscope, elles offraient en lumière convergente des images légèrement décentrées qu'il a fallu redresser.

Digitized by Google

représentant la moyenne. Les angles d'extinction observés sur Tn_g ont été de 42° et de 43°.

Ces caractères peuvent être considérés comme étant ceux d'une bytownite.

Les feldspaths de Saint-Clément renferment des produits d'altération et des minéraux enclavés en trop grande quantité pour se prêter aux analyses. Il y a même pour ce motif quelques doutes à élever sur les nombres obtenus pour le poids spécifique de quelques échantillons.

Anorthite d'une enclave de l'Etna. — L'échantillon étudié provient de la collection du Muséum où il est catalogué avec le numéro 25.875.

C'est une enclave dans la lave normale de l'Etna, à labrador, augite, olivine, magnétite, microlites de labrador, d'augite et de magnétite. Le feldspath est en cristaux grenus accompagnés d'amphibole verte, laquelle s'éteint sur g^1 (010) sous un angle de 21°. Il n'est pas homogène, mais presque tous les individus ont un poids spécifique compris entre 2,740 et 2,756. Quelques-uns ont même un poids spécifique supérieur, mais en les observant au microscope on trouve que cela tient à quelques inclusions de magnétite.

Pour faire l'essai de l'action des acides il est indispensable d'opérer sur une poudre très fine, afin d'éviter autant que possible l'enclavement de plusieurs feldspaths d'espèces différentes les uns dans les autres. On obtient aisément des grains de dimensions convenables en opérant sur la poudre qui a passé au travers du tamis de soie, mais seulement sur la partie de cette poudre qui a passé en dernier lieu. On voit alors que presque tous les grains sont entièrement décomposés au bout de dix minutes de traitement par l'acide chlorhydrique bouillant; cependant il

Digitized by Google

en reste quelques-uns qui sont difficilement attaqués ou même qui résistent entièrement à l'action de l'acide.

La matière analysée possédait un poids spécifique de 2,749.

L'analyse a fourni les nombres suivants :

		Oxygène	
Silice	44,1	23,5	
Alumine	37,8	17,4	
e^2O^3	Traces	»	
Chaux	18,6	5,3	5,5
Soude	0,9	0,2	
	101,4		

Rapports : 4,05 : 3 : 0,95.

L'un des cristaux présentait les faces p (001), g^1 (010) et $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$); mais ces faces étaient peu brillantes. L'angle pg^1 a été trouvé d'environ 94°37′. Le cristal en question a servi à la taille d'un parallélipipède à faces perpendiculaires aux deux bissectrices. L'angle des faces ainsi taillées mesuré au goniomètre a été trouvé de 90°22′ au lieu de 90°.

Les faces p, g^1 et $a^{1/2}$ ont été soumises à un polissage aussi léger que possible, puis les angles qu'elles forment avec Sn_p et Tn_g ont été mesurés. Les nombres recueillis sont les suivants :

Angle de	Sn_p avec	g^1 (010)	122°20′
—	Sn_p —	p (001)	127°
—	Sn_p —	$a^{1/2}$ ($\bar{2}01$)	121°
—	Tn_g —	g^1 (010)	49°40′
—	Tn_g —	p (001)	145°25′
—	Tn_g —	$a^{1/2}$ ($\bar{2}01$)	90°5′

Sur chacune des faces de ce parallélipipède l'angle d'extinction avec la trace de la macle de l'albite a été mesuré,

Digitized by Google

l'angle sur Sn_p a été trouvé de 54°30′ et l'angle sur Tn_g de 49°30′.

Un second parallélipipède semblable, dont les faces font entre elles un angle de 90°17′, a donné des angles de 55° sur Sn_p et de 48° sur Tn_g.

L'angle des axes mesuré dans l'eau distillée est :

$$2\,Aq = 96°20'$$

ce qui donne :

$$2\,V = 77°55'$$

autour de la bissectrice aiguë $\rho < \nu$; dispersion inclinée et croisée.

Sept sections minces perpendiculaires aux bissectrices ont été taillées avec des cristaux différents; deux ont été écartées, l'une d'elles à cause de son hétérogénéité, l'autre à cause du défaut trop grand de centrage en lumière convergente. Parmi les autres, l'une a présenté sur Sn_p une extinction de 57°; les quatre autres, taillées suivant Tn_g, ont donné des angles d'extinction compris entre 47°30′ et 49°.

Il ressort de ces mesures que chez cette anorthite l'angle d'extinction est, comme pour l'anorthite de la Somma, d'environ 56° sur Sn_p et de 48° sur Tn_g.

L'une des lamelles taillées suivant Sn_p montrait à la fois la macle de l'albite et celle de la péricline, l'angle des traces des deux macles a été trouvé égal à 66°.

L'angle d'extinction sur p (001) est de — 37° à — 36°. L'angle d'extinction constaté sur g^1 (010) est de — 43°.

Une section parallèle au plan des axes a présenté un angle d'extinction de 53°.

Anorthite de Djibouti, près d'Obock. — Cette anorthite fait partie d'un basalte noir, compacte, dans lequel elle se présente sous forme de cristaux étroits et allongés (longs de un centimètre, larges de un millimètre). Un grand nombre sont maclés suivant la loi de Karlsbad. Les stries

Digitized by Google

de la macle de l'albite y sont visibles à l'œil nu. On y observe aussi une grande quantité d'inclusions vitreuses en partie dévitrifiées. Ces inclusions doivent leur teinte foncée à une fine poussière de magnétite qui les imprègne; la matière vitreuse elle-même est incolore.

Huit cristaux ont été taillés perpendiculairement aux bissectrices, deux suivant Sn_p, six suivant Tn_g. Les premiers ont donné sur Sn_p des angles d'extinction de 53° et de 54°. Sur ces sections la macle de la péricline se voyait en même temps que celle de l'albite, les traces des deux macles faisant entre elles un angle de 64° et l'extinction suivant la trace du plan des axes ayant lieu dans l'angle obtus des deux traces de macles.

Les six sections suivant Tn_g ont donné des angles d'extinction compris entre 46° et 52°, mais sur ce nombre les trois sections à images le mieux centrées ont fourni des angles d'extinction de 48°, 48°,30 et 49°. C'est donc 48°,30 qui doit être considéré comme l'angle d'extinction le plus exact.

Le poids spécifique de ce feldspath déterminé au moyen de la balance de Westphal, a été trouvé égal à 2.734.

Anorthite de Nakety (*Nouvelle-Calédonie*). — Ce feldspath provient d'un gabbro à grands éléments en filons dans les dunites serpentinisées de Nakety, sur la côte nord-est de la Nouvelle-Calédonie.

Six sections ont été taillées perpendiculairement aux bissectrices. Trois d'entre elles dirigées suivant Sn_p ont fourni des extinctions de 55° à 59°, la mieux centrée a donné un angle d'extension de 57° par rapport à la trace de la macle. Sur la série de bandes associées à celles qui sont perpendiculaires à n_p l'angle d'extinction trouvé a été d'environ 25°.

Digitized by Google

Sur les trois sections Tn_g observées, l'une très bien centrée a présenté un angle d'extinction de 48°, les deux autres à image assez dissymétrique ont donné des angles de 53° et de 54°, qui se réduisent à 49° et 50° quand on rétablit le centrage de l'image. L'angle d'extinction sur Tn_g est donc à très peu près du 49°. La seconde série de bandes suivant la loi de l'albite associées à celles qui sont normales à n_g a donné des angles d'extinction de 36° à 38°.

Les poids spécifiques des grains de ce feldspath déterminés à la balance de Westphal ont été trouvés compris entre 2.720 et 2.734, ce qui montre bien que l'on a affaire à un mélange d'anorthite et de bytownite.

LABRADORS-BYTOWNITES

Labrador-bytownite de Capello (*Fayal*). — Capello est une localité de la pointe occidentale de l'île de Fayal. Ce district a été le siège d'une très grande éruption en 1672. On y trouve encore des fumerolles en activité, émettant des gaz acides et de la vapeur d'eau et déposant du soufre par décomposition de l'hydrogène sulfuré. Plusieurs cônes sont constitués par des amas de lapilli scoriacés entassés autour des bouches principales d'émission des matières volatiles. Au pied des cônes s'étend un vaste champ de laves noires rugueuses épanchées dans la même éruption (1). Comme, d'ordinaire, les produits de projection sont bien plus vitreux que les produits d'épanchement ; le second temps de cristallisation y fait presqu'entièrement défaut. Au contraire, les cristaux du premier temps sont d'aspect sensiblement identique dans les deux sortes de gisement. On y trouve des cristaux de feldspath limpides et vitreux

(1) Les habitants des Açores désignent sous le nom de misterios, ces juxtapositions de coulées scoriacées, tandis que les noms de sciarra des géologues italiens et de cheire des auteurs français s'appliquent surtout à chacune des coulées en question.

Digitized by Google

avec macle de Karlsbad fréquente, de l'augite, de l'olivine et de la magnétite. Tous ces éléments sauf la magnétite y sont visibles à l'œil nu. On peut les recueillir en individus isolés de quelques millimètres de diamètre assez abondants au milieu des lapilli et ordinairement salis à leur surface par un léger vernis de matière vitreuse. La magnétite en poudre fine se recueille aisément à l'aide d'un aimant dans les ruisseaux où coule l'eau de pluie qui sort des cônes. On y trouve aussi des grains assez nombreux mais, en général brisés, des autres éléments de la roche.

Dans les laves on reconnaît les mêmes espèces minérales. Le feldspath s'y montre souvent en petits groupes qui ont jusqu'à un centimètre de diamètre. Ce ne sont pas des produits drusiques, mais de simples agrégats de cristaux du premier temps. Les individus feldspathiques que l'on peut en extraire mécaniquement ont souvent 5 à 6 millimètres de longueur et 3 à 4 de largeur et d'épaisseur. Ils sont vitreux, à surface nette, mais souillés parfois par des inclusions de magnétite ou de matière vitreuse très ferrugineuse.

Quand on traite les grains feldspathiques de l'une comme de l'autre provenance au moyen de l'iodure de méthylène dilué avec de l'éther sec, pour les séparer, ou avec du xylol pour en prendre la densité à la balance de Westphal, on s'aperçoit immédiatement qu'ils n'ont pas tous le même poids spécifique, mais que cependant la plupart appartiennent à ce point de vue à un même type dont nous allons donner ci-après les caractères.

1° Feldspaths des cônes de lapilli.

Plusieurs essais de séparation par ordre de densité ont été faits sur les feldspaths provenant de ce gisement, et les résultats ont offert dans les divers cas certaines variations auxquelles on devait s'attendre, variations qui sont parfois

Digitized by Google

assez considérables. L'un de ces essais fait avec soin peut être considéré comme représentant la moyenne de tous ceux qui ont été effectués. Je donne ci-dessous le poids de chacun des lots de feldspaths séparés et la densité des éléments de chaque lot :

	Poids des cristaux.	Poids spécifique.
1er lot.	15mm	entre 2.6697 et 2.6562
2e —	31mm	entre 2.6953 et 2.6697
3e —	100mm	2.6953
4e —	221mm	entre 2.7060 et 2.6953
5e —	43mm	2.7060
6e —	285mm	entre 2.7113 et 2.7060
7e —	747mm	2.7113
8e —	0mm	entre 2.7275 et 2.7113
9e —	26mm	entre 2.7429 et 2.7275
10e —	7mm	2.7429

La matière qui a servi à l'analyse était composée de grains qui tous flottaient dans un liquide du poids spécifique 2.715 et s'enfonçaient dans un liquide de poids spécifique 2.705. Le poids spécifique moyen déterminé par la méthode du flacon a été trouvé égal à 2.710.

L'analyse a fourni les nombres suivants, qui correspondent à peu près à la formule $Ab^3\ An^4$:

		Oxygène.	
Silice	53,4	28,5	
Alumine	29,4	13,7	
Chaux	12,5	3,57	4,81
Soude	4,8	1,20	
Potasse	0,2	0,04	
	100,3		

Rapports 6,28 : 3 : 1,06.

La détermination des indices a été faite au moyen de

Digitized by Google

deux prismes taillés dans un même parallélipipède à faces perpendiculaires aux deux bissectrices.

Le premier prisme avait son plan bissecteur perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_g et son arête dirigée suivant n_m. Angle de ce prisme 60° 5′.

Les mesures effectuées ont fourni les nombres suivants :

D_{mj}	42° 59′	n_{mj}	1,5640
D_{pj}	42° 43′ 30″	n_{pj}	1,5612
D_{mr}	42° 41′	n_{mr}	1,5608
D_{pr}	42° 25′	n_{pr}	1,5579

L'angle du second prisme était de 59°51, le plan bissecteur perpendiculaire à n_p, l'arête dirigée suivant n_m.

Les mesures effectuées ont fourni les nombres suivants :

D_{gj}	43° 9′	n_{gj}	1,5688
D_{mj}	42° 41′ 30″	n_{mj}	1,5638
D_{gr}	42° 51′	n_{gr}	1,5656
D_{mr}	42° 23′ 30″	n_{mr}	1,5606

En prenant la moyenne des deux valeurs de n_{mj} ainsi que celle des deux valeurs de n_{mr} et modifiant en conséquence les valeurs des autres indices on a :

n_{gj}	1,5689	n_{gr}	1,5657
n_{mj}	1,5639	n_{mr}	1,5607
n_{pj}	1,5611	n_{pr}	1,5578

Une plaque perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_g a donné dans l'eau :

$$2Aq = 93° 30'.$$

Une plaque perpendiculaire à la bissectrice obtuse n_p a donné dans les mêmes conditions :

$$2Aq = 134° 34'.$$

De la première mesure on déduit pour la lumière jaune avec laquelle on a opéré :

$$2V = 77°.$$

Le plan Sn_g fait un angle de 131° avec p (001).

Digitized by Google

Le plan Tn_p fait un angle de 114° avec p (001) et de 109° avec g^1 (010).

Dispersion inclinée et croisée, $\rho > \nu$ autour de n_g.

Sur le parallélipipède qui a servi à la taille des prismes, l'angle d'extinction sur $Tn_p = 58°$ et l'angle d'extinction sur $Sn_g = 32°$.

L'observation des poids spécifiques ayant montré la variabilité des feldspaths provenant des cônes de Capello, il était intéressant de vérifier si pareille variation s'observait dans leurs propriétés optiques. A cet effet, j'ai fait tailler onze échantillons de ces feldspaths perpendiculairement à la bissectrice aiguë n_g. Les onze sections minces Sn_g ainsi obtenues provenaient d'individus pris dans les lots de feldspath précédemment séparés. Le résultat de l'examen optique est le suivant :

Quatre lamelles présentent des angles d'extinction de 21° à 23° par rapport à la trace de la macle suivant la loi de l'albite ;

Quatre offrent des angles d'extinction de 29° à 34°, ce sont elles qui correspondent certainement aux échantillons analysés et étudiés au point de vue des indices et de l'écartement des axes ;

Deux ont donné des angles d'extinction de 40° et de 42°.

La lamelle à extinction de 42° n'est pas homogène, elle est zonée et les zones successives passablement centrées s'y éteignent sous des angles alternants de 42° et de 34° ; c'est une association de bytownite et de labrador-bytownite.

Enfin, un autre échantillon zoné a présenté du centre à la périphérie une série de zones assez bien centrées et offrant les angles d'extinction suivants : 35°, 38°, 42°, 29°, 37°, 29°.

Digitized by Google

Comme il résulte du travail que nous exposons, les quatre premières lamelles sont constituées par du labrador normal, les quatre suivantes appartiennent au labrador bytownite dont nous venons ci-dessus de donner la composition et de fixer les propriétés optiques, deux appartiennent à la bytownite proprement dite à angle d'extinction d'environ 40°. Enfin l'individu zoné est un assemblage physique des trois sortes de feldspaths.

2° Feldspaths des laves de 1672.

Conformément à mon attente, les feldspaths des laves de 1672 se sont montrés moins variés que ceux des cônes de lapilli de la même éruption. On n'y observe le mélange, ni avec les feldspaths plus acides, ni avec les feldspaths plus basiques si bien marqué dans les feldspaths des cônes. Quand on soumet les grains feldspathiques à l'épreuve des liqueurs denses, on les voit tous surnager dans une liqueur dont le poids spécifique est 2,710, et tomber au fond dans un liquide de poids spécifique 2,696 (1). La matière employée pour l'analyse a présenté un poids spécifique moyen égal à 2,705, déterminé par la méthode du flacon.

L'analyse a fourni les nombres suivants :

		Oxygène.	
Silice	54,2	28,9	
Alumine	30,3	14,1	
Chaux	11,8	3,37	4,39
Soude	3,9	0,98	
Potasse	0,2	0,04	
	100,4		

Rapports d'oxygène 6,14 : 3 : 0,94.

(1) Ils semblent un peu moins denses que le feldspath dominant des cônes, mais la différence me paraît rentrer dans la limite des erreurs d'observation; je ne crois pas qu'il y ait lieu d'en tirer aucune conséquence.

Digitized by Google

Deux parallélipipèdes ont été taillés avec faces perpendiculaires aux bissectrices, mais ils n'ont pas ensuite été taillés en prismes, la mesure des indices n'a pas été faite.

Une plaque épaisse taillée perpendiculairement à n_g bissectrice aiguë a donné dans l'eau :

$$2V = 79^\circ\ 40'.$$

En outre des deux parallélipipèdes, douze sections minces ont été taillées, six suivant Sn_g et six suivant Tn_p. Les valeurs trouvées pour les angles d'extinction ont varié sur Sn_g de 34°,30 à 38°, les plus nombreuses et les mieux centrées étant les plus rapprochées du premier nombre. Sur Tn_p les angles d'extinction ont varié de 56°,30 à 59°, la moyenne étant d'environ 58°.

Deux sections Sn_p ont présenté à la fois la macle de l'albite et celle de la péricline. L'angle des traces des deux macles était de 78°.

Sur deux échantillons de ce feldspath, j'ai pu obtenir par clivage deux belles sections p (001) qui m'ont donné des angles de — 12° et de — 13° par rapport à la trace de la macle suivant la loi de l'albite. Trois lamelles de clivage g^1 (010) m'ont donné des angles d'extinction de — 26° à — 28° par rapport à la trace du clivage p.

Labrador-bytownite de Vellas, île Saint-Jorge (Açores). — Ce feldspath figure comme élément du premier temps de consolidation avec l'olivine, l'augite et la magnétite dans une lave basaltique rugueuse d'un gris noirâtre, épanchée en 1580.

Les microlites feldspathiques de la roche se montrent en macles polysynthétiques et s'éteignent sous un angle maximum d'environ 30°. Ils sont associés à augite et magnétite.

Digitized by Google

Le poids spécifique moyen des grains soumis à l'analyse est 2,708. Tous ces grains sont limpides et vitreux; ils ont été triés avec soin, de manière à éviter, autant que possible, ceux qui contiennent des inclusions vitreuses brun foncé. Je les ai extraits sur place, à l'aide d'un poinçon, des parties les plus scoriacées de la roche. Soumis à l'épreuve des liqueurs denses, tous flottent dans une liqueur de densité 2,7204 et s'enfoncent dans une liqueur de densité 2,6875.

L'analyse a fourni les nombres suivants :

		Oxygène.	
Silice	53,3	28,4	
Alumine	30,1	14,0	
Fe^2O^3	traces		
Chaux	11,4	3,26	4,6
Potasse	0,1	0,02	
Soude	5,1	1,28	
Magnésie	0,1		
	100,1		

Rapports d'oxygène : 6,09 : 3 : 0,99.

Pour déterminer les indices, deux prismes ont éte taillés dans un même parallélipipède à faces perpendiculaires aux deux bissectrices.

Le premier possède un angle de 61°32′. Le plan bissecteur est perpendiculaire à la bissectrice obtuse n_p. Il a fourni les données suivantes :

D_{gj}	45°3′	n_{gj}	1,5672
D_{mj}	44°33′30″	n_{mj}	1,5622
D_{gr}	44°46′	n_{gr}	1,5643
D_{mr}	44°19′30″	n_{mr}	1,5598

Le second prisme présente un angle de 62°25′. Le plan bissecteur est perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_g. Il a fourni les données suivantes :

Digitized by Google

D_{mj}	45°47′	n_{mj}	1,5633
D_{pj}	45°28′	n_{pj}	1,5602
D_{mr}	45°30′	n_{mr}	1,5605
D_{pr}	45°11′	n_{gr}	1,5574

En prenant la moyenne des deux valeurs obtenues respectivement pour n_{mj} et pour n_{mr} et modifiant n_p et n_g en conséquence, on a :

n_{gj}	1,5677	n_{gr}	1,5647
n_{mj}	1,5628	n_{mr}	1,5602
n_{pj}	1,5597	n_{pr}	1,5567

L'écartement des axes pour la lumière jaune a été mesuré dans l'eau avec le parallélipipède dans lequel ont été taillés les prismes.

Les nombres trouvés sont les suivants :

Pour l'angle aigu, 2 Aq = 92°30′
— obtus, 2 Aq = 127°30′.

De la première de ces deux mesures, on déduit :

$$2\,V = 76°16'.$$

Dispersion inclinée et croisée : $\rho > \nu$ pour l'angle aigu.

Les extinctions par rapport à la trace de la macle de l'albite ont été mesurées sur les deux faces du parallélipipède précédent et sur quatre lames minces taillées perpendiculairement aux bissectrices.

Sur Tn_p, j'ai trouvé deux angles d'extinction de 59°.

Sur quatre sections Sn_g, les angles trouvés ont varié de 31° à 35°. On peut prendre 33° comme représentant la moyenne de ces angles d'extinction.

Sur une lame de clivage *p* très brillante, l'angle d'extinction par rapport à la trace de la macle de l'albite a été trouvé égal à —8°.

Sur plusieurs lames du clivage g^1 (010), l'angle d'extinction par rapport au clivage *p* (001) a été de —21° à —22°. Ces angles sont notablement moindres que ceux qui ont

Digitized by Google

été observés sur les feldspaths de Capello. Je dois cependant reconnaître que certaines lames de clivage *p* (001) du feldspath de la lame de Capello, à bandes de macle très fines, m'ont aussi donné des angles d'extinction ne dépassant pas —8°. Ces différences tiennent peut-être à des superpositions dans le cas où les bandes sont très fines.

Labrador-bytownite de la Besseyre (*Haute-Loire*). — Ce feldspath, recueilli par M. Boule, se rapproche beaucoup des précédents. Il provient d'un amas de lapilli plus ou moins grossiers et partiellement cohérents, dans lequel il se trouve en cristaux isolés ou engagés au sein d'une matière vitreuse brune.

Ce gisement ressemble beaucoup, par son origine et sa constitution, à celui des cônes de Capello. Les lapilli qui s'y rencontrent sont de nature basaltique, riches en olivine, augite, magnétite et matière vitreuse. Avec le feldspath, on y rencontre, également isolés, des grains d'olivine et des cristaux d'augite.

Le feldspath est en cristaux qui ont jusqu'à 1 centimètre de longueur et 5 à 6 millimètres d'épaisseur, aplatis suivant g^1 (010), ternes à la surface et à angles émoussés, mais à l'intérieur ils sont limpides et vitreux. Les clivages *p* (001) et g^1 (010) sont faciles et brillants, leur angle mesuré a été trouvé égal à 93°22′.

Les cristaux soumis à l'épreuve des liqueurs denses se sont montrés de poids spécifique plus uniforme que ceux des cônes de Capello. Tous flottent dans un liquide de densité 2,6697. Leur poids spécifique moyen est en outre moindre que celui des feldspaths analogues et de même composition ci-dessus étudiée.

J'attribue ce résultat à la facilité de leurs clivages et à

Digitized by Google

la présence entre ceux-ci de minces couches d'air qu'il est impossible d'enlever entièrement en faisant le vide.

La matière analysée a présenté un poids spécifique égal à 2,698, déterminé par la méthode du flacon.

Les résultats de l'analyse sont les suivants :

		Oxygène.	
Silice	54,5	29,1	
Alumine	29,8	13,9	
Chaux	11,4	3,26	4,44
Soude	4,5	1,12	
Potasse	0,3	0,06	
	100,5		

Rapports d'oxygène : 6,28 : 3 : 0,96.

Un parallélipipède a été taillé avec des faces perpendiculaires aux bissectrices. Il a servi à la taille d'un prisme dont l'angle est de 58°38′, le plan bissecteur perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_g et l'arête dirigée suivant n_m.

Les mesures obtenues sont les suivantes :

D_{mj}	41°22′45″
D_{pj}	41° 7′15″

d'où

n_{mj}	1,5647
n_{pj}	1,5617.

Une plaque taillée suivant Sn_g a donné dans l'eau :

$$2\,Aq = 92°30',$$

d'où l'on déduit :

$$2\,V = 76°10'.$$

Le plan Sn_g fait avec le clivage p (001) un angle de 50°, et le plan Tn_p fait avec le même clivage un angle de 116°.

Sur le parallélipipède ci-dessus, l'angle d'extinction sur Sn_g est de 31°; sur Tn_p, il est de 59°.

Digitized by Google

Labrador-bytownite de Santa-Ursula (île de Saint-Jorge, Açores) — Quelques cristaux extraits mécaniquement de la lave de Santa-Ursula, épanchée en 1808, ont été l'objet d'un examen rapide. La lave qui les renferme est une lave basaltique noire, très dense, riche en olivine, augite, magnétite, avec microlites de labrador, d'augite et de magnétite et matière vitreuse brune.

Ces feldspaths, soumis à l'épreuve des liqueurs denses, ont presque tous flotté dans un liquide de poids spécifique 2,712 et se sont enfoncés dans un liquide de poids spécifique 2,703.

Six d'entre eux ont été taillés en lames minces perpendiculaires aux bissectrices.

Sur trois sections Tn_p, l'angle d'extinction a varié de 57° à 59°.

Deux sections Sn_g ont présenté des angles d'extinction, l'une de 33°, l'autre de 35°.

La troisième section, zonée, a offert des angles d'extinction variant suivant les bandes de 24° à 26°.

Tandis que les deux premières sections appartiennent à des feldspaths du type labrador-bytownite, la troisième se rapporte à un labrador proprement dit.

Labrador-bytownite de Calheta (Pico, Açores). — Quelques cristaux extraits de la lave basaltique de Calheta (île de Pico) ont été soumis à l'épreuve des liqueurs denses. Leur poids spécifique s'est montré compris entre 2,700 et 2,710.

Six sections ont été taillées perpendiculairement aux bissectrices.

Trois sections Tn_p ont donné des angles d'extinction de 59° à 60°.

Une section Sn_g s'éteint sous un angle de 34°.

Digitized by Google

Les deux autres sections ont dû être négligées faute de repère sûr.

Le feldspath dominant dans ces laves paraît bien encore être le labrador-bytownite $Ab^3 An^4$.

Labrador-bytownite de Riberinha (*île de Fayal, Açores*). — Les feldspaths extraits des laves de cette localité appartiennent en majeure partie encore au type labrador-bytownite, car presque tous ont leur poids spécifique compris entre 2,699 et 2,708. La lave d'où ils ont été extraits est très basique, riche en grands cristaux d'augite et d'olivine.

L'examen optique de six sections taillées perpendiculairement aux bissectrices est fort intéressant, car il montre nettement la variation des types feldspathiques auxquels se rapportent les individus étudiés.

Deux sections Tn_p ont donné des angles d'extinction de 57°, la troisième un angle de 58°.

Ces angles sont trop peu différents pour permettre d'en déduire des conclusions au point de vue de la spécification, mais il n'en est pas de même pour les trois sections Sn_g qui sont tout à fait caractéristiques. L'une présente un angle d'extinction de 42°, c'est une bytownite ; la seconde, un angle d'extinction de 32°, c'est un labrador-bytownite ; enfin la troisième possède un angle d'extinction de 24°, c'est un labrador.

LABRADORS

Labrador de Santa-Lucia (île de Pico, Açores). — Ce feldspath se présente en cristaux de quelques millimètres de longueur, dans une lave de couleur foncée, rugueuse, scoriacée, épanchée en 1718. Ils ont été extraits sur place au moyen d'un poinçon. La plupart sont maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite.

Digitized by Google

La lave qui les renferme est basaltique, riche en olivine, augite et magnétite. Au second temps, elle présente des microlites de labrador, des granules d'augite et de magnétite. Le feldspath, abondant au premier temps de consolidation, donne un aspect demi-deuil très prononcé à la roche.

Le poids spécifique de la matière soumise à l'analyse a été déterminé par la méthode du flacon et trouvé égal à 2,695.

L'analyse a fourni les chiffres suivants qui conduisent à peu près à la formule $Ab^1 An^1$:

		Oxygène.	
Silice	55,4	29,55	
Alumine	29,4	13,57	
Fe^2O^3	0,5		
Chaux	9,7	2,77	4,19
Magnésie	0,2		
Soude	5,7	1,42	
	100,9		

Rapports d'oxygène : 6,46 : 3 : 0,92.

La magnésie et l'oxyde de fer proviennent des inclusions, les individus qui en possèdent n'ayant pu être suffisamment éliminés. La présence de ces inclusions fait que la séparation des grains feldspathiques au moyen des liqueurs denses perdait ici toute son importance.

Un des cristaux les plus purs a été taillé sous la forme d'un parallélipipède à faces perpendiculaires aux bissectrices et a servi ensuite à la taille de deux prismes orientés convenablement pour la mesure des indices.

Le premier prisme possède un angle de 61° 50′ ; le plan bissecteur est perpendiculaire à la bissectrice obtuse n_p et son arête est dirigée suivant n_m. Il a fourni les données suivantes :

Digitized by Google

D_{gj}	45° 0′30″	n_{gj}	1,5630
D_{mj}	44°34′30″	n_{mj}	1,5585

Le second prisme présente un angle de 61° 53′; le plan bissecteur est perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_g. Il a fourni les données suivantes :

D_{mj}	44°42′30″	n_{mj}	1,5593
D_{pj}	44°16′30″	n_{pj}	1,5549

En prenant la moyenne des valeurs de n_m et modifiant les valeurs de n_{gj} et de n_{pj} en conséquence on a :

n_{gj}	1,5634
n_{mj}	1,5589
n_{pj}	1.5545

Une plaque perpendiculaire à la bissectrice aiguë a donné dans l'air :

$$2E = 132°$$

dans l'eau :

$$2Aq = 95°30'$$

L'observation faite dans l'eau, qui est évidemment la plus précise, conduit à :

$$2V = 77°36'.$$

Une section perpendiculaire à la bissectrice obtuse (face du parallélipipède ci-dessus) a donné dans l'eau :

$$2Aq = 129°30'$$

d'où l'on tire :

$$2V = 77°24'$$

Le plan Sn_g fait un angle de 54° avec p (001) et de 34° environ avec g^1 (010).

Le plan Tn_p fait un angle de 106° avec p et de 101° avec g^1. Dispersion inclinée et un peu croisée autour de n_g $\rho > v$.

Le parallélipipède qui a servi à la taille des prismes a présenté sur Sn_g un angle d'extinction de 21° et sur Tn_p un

Digitized by Google

angle de 59°. Dix sections minces ont été taillées perpendiculairement aux bissectrices. Cinq de ces sections taillées suivant Sn_g ont présenté les angles d'extinction suivants : 17°, 22°, 24°30″, 32° et 33°. Les cinq sections suivant Tn_p ont donné des angles variant de 58° 30″ à 60°. Le type dominant, celui qui correspond au feldspath analysé, présente donc sur Sn_g un angle moyen de 21°. Il est accompagné d'un labrador-bytownite du type du feldspath de Capello à angle d'extinction moyen de 32°. La section Tn_p ayant présenté l'angle d'extinction de 59° 30, offrait à la fois les macles de l'albite et de la péricline. L'angle des traces des deux macles était de 82°.

L'angle d'extinction sur *p* (001), par rapport à la trace de la macle de l'albite, est de — 6° d'un côté et de — 2° 30′ de l'autre. L'angle d'extinction sur g^1 (010) est de — 20°

Labrador de la lave de 1720 (*île de Pico, Açores*). — Cette lave est identique à celle de 1718 pour l'aspect et la composition minéralogique. Les feldspaths se voient à la surface de la roche en cristaux blancs demi-vitreux ou limpides, de quelques millimètres de longueur. Ils ont été extraits comme les précédents.

Soumis à l'épreuve des liqueurs denses, ces feldspaths, bien que très purs, présentent de grandes inégalités dans leurs poids spécifiques [1] qui varient de 2,660 à 2,710.

L'analyse faite a porté sur les cristaux qui flottaient dans un liquide de densité 2,707 et s'enfonçaient dans un liquide de densité 2,693. Leur poids spécifique moyen, déterminé par la méthode du flacon, est de 2,698.

L'analyse a fourni les chiffres suivants :

[1] Les seules impuretés consistent en inclusions de matière vitreuse d'un brun clair qui souillent la couche la plus superficielle des échantillons.

Digitized by Google

		Oxygène.	
Silice	55,9	29,81	
Alumine	29,3	13,54	
Fe^2O^3	traces.		
Chaux	9,7	2,77	4, 08
Soude	5,0	1,25	
Potasse	0,3	0,06	
	100,2		

Rapports d'oxygène 6,60 : 3 : 0,91.

Un parallélipipède taillé dans l'un des cristaux avec des faces perpendiculaires aux bissectrices, a fourni deux prismes qui ont servi à la mesure des indices.

Le premier possède un angle de 60° 35′ ; le plan bissecteur est perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_g et l'arête dirigée suivant n_m. Les données qu'il a fournies sont les suivantes :

D_{pj}	42°44′	n_{pj}	1,5550
D_{mj}	43°1′	n_{mj}	1,5577
D_{pr}	42°29′	n_{pr}	1,5523
D_{mr}	42°44′	n_{mr}	1,5550

Le second prisme possède un angle de 62° 35′; le plan bissecteur est perpendiculaire à la bissectrice obtuse n_p, l'arête dirigée suivant n_m. Les données qu'il a fournies sont les suivantes :

D_{gj}	46° 2′30″	n_{gj}	1,5637
D_{mj}	45°33′	n_{mj}	1,5589
D_{gr}	45°43′	n_{gr}	1,5606
D_{mr}	45°15′	n_{mr}	1,5560

En prenant la moyenne des valeurs trouvées pour n_{mj} et n_{mr}, et modifiant les autres nombres en conséquence, il vient :

Digitized by Google

n_{gj}	1,5631	n_{gr}	1,5601
n_{mj}	1,5563	n_{mr}	1,5555
n_{pj}	1,5556	n_{pr}	1,5528

L'observation dans l'eau distillée du parallélipipède qui a servi à la taille des prismes a donné :

Pour l'angle aigu des axes $2Aq = 94°$

Pour l'angle obtus $2Aq = 129°30'$

De la première de ces deux mesures on déduit :

$$2V = 77°38'.$$

Dispersion inclinée très prononcée, $\rho > \nu$ autour de n_g.

L'angle de Sn_g avec la base p (001) a été trouvé égal à 50° 25'.

Le parallélipipède utilisé ainsi qu'un autre qui n'a pas été taillé en prisme, n'ont fourni aucune mesure d'angle d'extinction, étant l'un et l'autre dépourvus de macles et de clivages.

Quatorze sections minces ont été taillées perpendiculaires aux bissectrices. Sur ce nombre j'en écarte trois, l'une dépourvue de repères et deux insuffisamment centrées, il en reste six taillées suivant Sn_g et cinq taillées suivant Tn_p.

Les sections Sn_g ont présenté trois extinctions de 20 à 23°, une extinction à 15°; une à 14° et une à 10° (très roulante).

Les sections Tn_p ont donné une extinction à 58°, deux à 59°, deux à 60°.

On peut en conclure qu'il y a là mélange de deux feldspaths, l'un qui est le labrador normal à extinction de 21° environ sur Sn_g, de 59° sur Tn_p et l'autre qui est plus acide.

Les angles d'extinction de part et d'autre de la macle de l'albite ont été trouvés respectivement de — 5 et de — 3° sur la face p (001) et d'environ — 20° sur g^1 (010).

Digitized by Google

Labrador de la cavité cratériforme au pied septentrional du cône (île de Pico, Açores). — Le feldspath ci-après étudié se trouve en cristaux détachés, à formes nettes, mais généralement dépolis et fendillés. On le recueille au milieu des lapilli qui forment la paroi d'une sorte de cratère taillé comme à l'emporte-pièce sur le flanc nord de la montagne. Cette cavité est un cratère d'explosion revêtu de produits de projections, il forme la partie supérieure et terminale d'une large fente qui a donné issue aux matières projetées. Parmi ces matériaux on trouve, en grande quantité, non seulement des feldspaths, mais plus fréquemment encore des cristaux d'olivine et d'augite.

Les cristaux de feldspath recueillis dans un gisement de ce genre sont naturellement plus variés que ceux que l'on peut extraire d'une coulée de lave.

L'épreuve suivante met nettement le fait en évidence : Un groupe de cristaux du poids de 2812 milligrammes, triés avec soin et ne présentant aucune impureté notable, a été soumis à l'action des liqueurs denses. Il s'est séparé en trois lots :

Le premier, de beaucoup le plus important, pèse 2330 milligrammes; son poids spécifique moyen est 2,696. Tous les cristaux qui le composent flottent dans une liqueur de densité 2,7097 et s'enfoncent dans un liquide de densité 2,6902.

Un second lot est formé par un cristal unique dont le poids est de 196 milligrammes. Ce cristal a pour poids spécifique 2,6729.

Un troisième lot, composé comme le premier de plusieurs cristaux, pèse 286 milligrammes. Sa densité moyenne est 2,595. Tous les cristaux qui en font partie flottent dans un liquide 2,6197 et s'enfoncent dans un liquide de densité 2,5846. Les propriétés optiques de ces cristaux permettent

Digitized by Google

d'affirmer qu'ils appartiennent au type anorthose. Ils proviennent certainement de massifs trachytiques profondément enfouis dans le sol, dont les débris ont été projetés en même temps que ceux des roches plus superficielles de nature basique.

Ce sont les feldspaths du premier lot auxquels se rapporte l'examen ci-après.

La macle de Karlsbad est fréquente et quand la face $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$ fait défaut, les individus maclés ont souvent l'aspect d'un cristal unique. La macle de l'albite est généralement à éléments très fins, cependant ce n'est pas un cas constant.

J'ai observé les formes suivantes :

1° Combinaison des faces p (001), g^1 (010), $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$, $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $e^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$, a^1 $(\bar{1}01)$ avec macle de Karlsbad.

2° Combinaison p (001), g^1 (010), $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$. Un individu offrant cette forme très simple enclave des cristaux d'augite et d'olivine.

3° Même forme avec macle de Karlsbad.

4° Combinaison p (001), g^1 (010), a^1 $(\bar{1}01)$, $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$, m $(1\bar{1}0)$, l (110), $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$, $i^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$ avec macle de Karlsbad. Faces g^1 creusées en trémies.

Les cristaux à faces ternes se prêtent peu aux mesures goniométriques, cependant j'ai déterminé $\frac{p}{g^1} = 94° 21'$ et $\frac{p}{a^{1/2}} = 99° 17'$.

L'analyse a fourni les données suivantes :

Digitized by Google

		Oxygène.	
Silice	54,9	29,28	
Alumine	29,3	13,54	
Fe^2O^3	0,6		
Chaux	10,25	2,93	4,28
Magnésie	0,06		
Soude	5,35	1,34	
Potasse	0,07	0,01	
	100,53		

Rapports d'oxygène 6,49 : 3 : 0.95.

Un parallélipipède à faces perpendiculaires aux bissectrices a été taillé dans un des cristaux de poids spécifique 2,595 et a servi à la taille de deux prismes propres à la mesure des indices.

Le premier, dont l'angle est de 57° 22′, a son plan bissecteur perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_g et son arête dirigée suivant n_m. Il a fourni les données suivantes :

D_{pj}	39° 14′ 30″	n_{pj}	1,5557
D_{mj}	39° 27′	n_{mj}	1,5582

Le second, dont l'angle est de 58° 40′, a son plan bissecteur perpendiculaire à l'axe n_p et son arête dirigée suivant n_g (1).

Les données qu'il a fournies sont les suivantes :

D_{mj}	40° 51′	n_{mj}	1,5582
D_{gj}	41° 17′	n_{gj}	1,5631

En réunissant ces données on a :

(1) Ainsi, dans ce cas, l'arête du prisme est dirigée suivant n_g. Généralement dans la taille des prismes, j'ai toujours fait en sorte que l'arête soit dirigée suivant n_m, mais ici la chose ne pouvait se faire à cause des défectuosités du parallélipipède très maclé dans une partie de son étendue. Ce parallélipipède pesait 34 milligrammes, celui du feldspath de la lave de 1720 n'en pesait que 28, mais il était bien plus pur.

Digitized by Google

n_{gj}	1,5631
n_{mj}	1,5582
n_{pj}	1,5562

Une plaque taillée suivant Sn_g donne, par suite d'une macle, deux images d'axes inégalement écartés superposées l'une à l'autre.

Dans l'eau distillée on trouve avec la première image $2Aq = 93° 13'$. Avec la seconde, moins bien centrée que l'autre, on a : $2Aq = 96°12'$.

La première observation conduit, pour la lumière jaune, à $2V = 77° 6$ et la seconde à $2V = 79° 8'$.

La dispersion est difficile à déterminer, cependant on reconnaît $\rho > \nu$.

Des mesures, seulement approximatives à cause du défaut de poli des faces et de l'imperfection des clivages, ont indiqué que le plan Sn_g faisait des angles de 54° avec p (001), de 31° avec g^1 (010) et de 86° avec $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$.

Les angles d'extinction sur les lamelles de clivage p et g^1 varient dans des limites étendues. Sur p (001) j'ai trouvé des extinctions avec la trace de la macle de l'albite allant jusqu'à 9°. Sur g^1 (010) j'ai constaté des angles d'extinction de 16 à 27°. Une lame de clivage suivant g^1 dans un des deux individus d'une macle de Karlsbad a montré en lumière polarisée parallèle entre les nicols croisés une image zonée qui donne une idée de ces variations de l'angle d'extinction. Le centre de la section s'éteint à 21°, la première zone qui suit s'éteint à 26°, la seconde à 21°, la troisième à 16°, la quatrième à 21°. Il est à noter que les traces du clivage p sont très visibles dans cette section et qu'elles se prolongent sans discontinuité au travers de toutes les parties qui la composent. Il serait facile de multiplier les exemples de ce genre, que connaissent du reste

Digitized by Google

très bien tous les pétrographes et dont nous ayons plus loin occasion de souvent reparler.

Labrador du versant occidental du Pic de Pico. — Les cristaux de ce gisement ont été recueillis au pied du Pic dans des couches de lapilli répandues à la surface des coulées. On y retrouve le labrador et le labrador-bytownite décrits ci-dessus.

L'épreuve des liqueurs denses montre la variété des cristaux de ce gisement.

	Poids spécifiques.	Poids des cristaux.
1er lot	2,655	50mm
2e —	2,674	230mm
3e —	2,680	60mm
4e —	2,690	580mm
5e —	2,700	1.000mm
6e —	2,705	240mm
7e —	2,710	60mm

Six cristaux provenant des lots 4e, 5e et 6e ont été taillés en lames minces perpendiculairement aux bissectrices. Sur Tn_p, ils ont donné des angles d'extinction de 60°, 58° et 57°. L'une des lames taillées suivant Sn_g a été mise de côté faute de repère ; une seconde, très zonée, a donné des angles d'extinction variant de 21° à 26°, et la troisième un angle d'extinction de 26°.

L'angle des axes mesuré dans l'iodure de méthylène a donné :

$$2\,M_a = 70°$$
$$2\,M_o = 89°.$$

De $t_g\,V_a$ on déduit $2\,V = 78°34'$.

Quand on mesure l'écartement dans l'eau, on trouve :

$$2\,Aq = 96°,$$

Digitized by Google

d'où

$$2\,V = 79°12'.$$

Labrador de Chenavari, près Roquemaure (Ardèche). — Ce feldspath provient d'un tuf basaltique analogue à celui de la Besseyre.

Les cristaux de ce gisement, soumis à l'épreuve des liqueurs denses, montrent une très grande diversité. J'ai recueilli à part trois lots correspondant à peu près aux densités prédominantes.

Un premier lot comprend des cristaux dont le poids spécifique est compris entre 2,560 et 2,574 ; il est formé de sanidine et d'anorthose. Un second comprend les cristaux dont le poids spécifique est compris entre 2,662 et 2,685 ; il est formé d'andésine. Le troisième comprend les cristaux dont le poids spécifique est compris entre 2,693 et 2,695.

Dix cristaux de ce dernier groupe ont été taillés en lames minces perpendiculaires aux bissectrices.

Les sections suivant Tn_p ont présenté respectivement des angles d'extinction de 58° à 61°. La moyenne est d'environ 60°.

Les sections suivant Sn_g ont offert des angles d'extinction de 19° à 25°. Les mieux centrés s'éteignent à 22°. Ce chiffre représente aussi l'angle moyen d'extinction.

Ces sections sont zonées. Ce fait, joint aux superpositions des bandes de la macle de l'albite et aux incertitudes inhérentes au procédé d'observation, explique très bien la différence des angles observés, quoique les individus feldspathiques ayant fourni les lamelles en question se rattachent l'un et l'autre au type labrador.

Labrador chatoyant du Labrador. — Ce feldspath, bien connu de tous les minéralogistes, a été, dernièrement encore,

Digitized by Google

l'objet d'une étude attentive de la part de M. Fédoroff. J'ai cru devoir, de mon côté, lui appliquer mon procédé d'examen optique, afin de pouvoir le comparer aux labradors de Pico et à ceux du Plateau central de la France. A cet effet, j'ai fait tailler deux séries de sections perpendiculaires aux bissectrices.

Trois sections suivant Tn_p ont donné uniformément des angles d'extinction de 63°. Les sections suivant Sn_g ont donné des angles d'extinction variant de 26° à 29°.

Ces données suffisent pour montrer qu'il existe des différences profondes entre ce labrador et celui des roches volcaniques. L'angle d'extinction sur Tn_p y est plus grand et l'angle d'extinction sur Sn_g n'y est pas moindre, contrairement à ce que l'on devait prévoir.

L'épure de la planche V de M. Michel Lévy donne, pour ce qu'il considère comme le labrador normal $Ab_1 An_1$, des angles d'extinction qui diffèrent à la fois de ceux qui s'observent sur les labradors des roches volcaniques et de ceux que donne le labrador chatoyant, soit un angle de 65° sur Tn_p et un de 20° sur Sn_g.

Sur les sections Tn_p du labrador chatoyant, on aperçoit à la fois les macles de l'albite et de la péricline. Les traces de ces deux macles font entre elles un angle de 81° à 83°, égal à celui que l'on observe sur les labradors de Pico [1].

Andésines et labradors de Rochesauve, près Privas (Ardèche). — M. Des Cloizeaux, auquel on doit déjà une étude optique de ces feldspaths [2], les décrit comme il suit : « Cristaux imparfaits, à surfaces arrondies ou fragments limpides rappelant l'aspect d'une sanidine, à clivages *p* (001) profon-

[1] L'anomalie observée dans la valeur des angles d'extinction du labrador chatoyant, tient peut-être tout simplement à des superpositions dues à la finesse des bandes de macle.

[2] *Bull. de la Soc. min.*, t. VII, p. 307.

Digitized by Google

dément cannelés parallèlement à pg^1, à clivages g^1 (010) unis et vitreux. Ces fragments sont implantés avec de gros cristaux d'augite qui renferment intérieurement de longs prismes d'apatite rougeâtre, dans les cavités d'un basalte. »

Les échantillons que j'ai étudiés m'ont été donnés par M. Des Cloizeaux et par M. Damour. Les uns et les autres leur avaient été remis par M. Begouen, auquel on doit la découverte du gisement de Rochesauve. Ces cristaux, soumis à l'épreuve des liqueurs denses, se divisent nettement en deux lots, dont le premier présente des poids spécifiques compris entre 2,655 et 2,660, et le second des poids spécifiques compris entre 2,680 et 2,690.

L'analyse faite par M. Damour a certainement porté sur un mélange de ces deux sortes de cristaux dans lequel prédominaient les spécimens du premier groupe. Elle a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	58,71	31,33	
Alumine	25,49	11,87	
Chaux	9,05	2,58	4,09
Soude	5,45	1,38	
Potasse	0,78	0,13	
	99,48		

Rapports d'oxygène : 7,92 : 3 : 1,04.

Un parallélipipède à faces perpendiculaires aux bissectrices a été taillé dans l'un de ces cristaux qui, malheureusement, appartenait au second groupe et n'était pas autre chose qu'un labrador. Son poids spécifique était 2,688. Il a servi à la taille de deux prismes orientés convenablement pour la mesure des indices.

Le premier possède un angle de 59°38′ ; le plan bissecteur est perpendiculaire à n_p et l'arête dirigée suivant n_m.

Digitized by Google

Il a fourni les données suivantes :

D_{mj}	41°54′	n_{mj}	1,5578
D_{gj}	42°19′30″	n_{gj}	1,5625
D_{mr}	41°36′30″	n_{mr}	1,5546
D_{gr}	42° 2′30″	n_{gr}	1,5594

Le second possède un angle de 61°20′ ; le plan bissecteur est perpendiculaire à n_g et l'arête dirigée suivant n_m.

D_{mj}	43°53′30″	n_{mj}	1,5578
D_{pj}	43°36′	n_{pj}	1,5548
D_{mr}	43°35′	n_{mr}	1,5546
D_{pr}	43°18′	n_{pr}	1,5517

On a donc en résumé :

n_{gj}	1,5625	n_{gr}	1.5594
n_{mj}	1,5578	n_{mr}	1,5546
n_{pj}	1,5548	n_{pr}	1,5517

Les indices suivants, déterminés au moyen du réfractomètre par MM. Michel Lévy et Lacroix, se rapportent au contraire à l'andésine :

n_{pj}	1,556
n_{mj}	1,553
n_{pj}	1,549

Sur toutes les sections que j'ai fait tailler perpendiculaires aux bissectrices, minces ou épaisses, la bissectrice aiguë est n_g.

Une plaque taillée suivant Sn_g a donné, dans l'eau distillée, en lumière jaune homogène, un écartement d'axes de 98°, et dans les mêmes conditions, une plaque taillée suivant Tn_p a donné un angle de 119°.

De la première mesure, on déduit : $2\,V = 80°40'$.

Du rapport des sinus, on déduit : $2\,V = 82°25'$.

Dispersion inclinée : $\rho > \nu$.

Digitized by Google

Le parallélipipède employé à la taille des prismes a donné un angle d'extinction de 59° sur Tn_p par rapport à la trace de la macle de l'albite et un angle de 22° sur Sn_g.

Un second parallélipipède, qui n'a pas été utilisé, a donné un angle de 61° sur Tn_p et de 10° sur Sn_g.

Les sections minces qui ont été taillées perpendiculairement aux bissectrices sont au nombre de 28.

12 étaient taillées suivant Tn_p et 16 suivant Sn_g. Les individus provenant du lot de densité moyenne 2,658 étaient séparés des individus provenant du lot de densité moyenne 2,685.

La distinction entre les extinctions sur Tn_p pour les individus des deux lots est peu marquée, les angles varient entre 60° et 63°30′. L'angle le plus commun est l'angle de 62°. qui en représente la moyenne ; les différences sont de l'ordre des erreurs opératoires.

Au contraire, sur les sections Sn_g on distingue très bien les labradors des andésines. Pour les labradors, l'angle d'extinction reste compris entre 18° et 22°. Pour les andésines, l'angle d'extinction varie de 5° à 12°.

Peut-être là y aurait-il encore lieu de distinguer deux variétés d'andésine, l'une à angle d'extinction moyen de 10°, et l'autre à angle d'extinction moyen de 6°.

Il est fréquent sur les sections Tn_p d'observer à la fois la macle de l'albite et celle de la péricline, surtout sur les individus à type andésine.

Dans ce cas, l'angle des traces des deux macles est d'environ 85°30′.

Sur le clivage *p* (001), l'angle d'extinction est de —2° à —3° chez les individus du type andésine ; sur le clivage g^1 (010), il est d'environ —10°.

Digitized by Google

Andésine de Chenavari, près Roquemaure (Ardèche). — Nous avons vu ci-dessus que les feldspaths recueillis dans cette localité avaient été séparés en lots d'inégale densité.

Le lot correspondant aux poids spécifiques compris entre 2,662 et 2,685 possède sensiblement la composition et les propriétés optiques de l'andésine de Rochesauve.

L'analyse donne la composition suivante :

		Oxygène.	
Silice	58,65	31,28	
Alumine	26,50	12,35	
Chaux	8,41	2,69	4,27
Soude	6,09	1,52	
Potasse	0,37	0,06	
	100,02		

Rapports d'oxygène : 7,59 : 3 : 1,04.

ANDÉSINES

Andésine de Marmagne. — Ce feldspath, qui m'a été donné par M. Damour, provient d'un filon de pegmatite traversant probablement des couches de gneiss amphibolique. Il est en masse laminaire blanche.

Le microscope montre qu'il a subi un commencement très marqué d'altération. Il est pénétré de séricite, de calcite, etc., de telle sorte que l'analyse n'en représente qu'approximativement la composition.

Cette analyse, due à M. Damour, a fourni les données suivantes :

Digitized by Google

		Oxygène.	
Silice	55,69	26,91	
Alumine	27,23	12,73	
Chaux	8,76	2,50	4,32
Soude	7,34	1,83	
Matières volatiles	1.06		
	100,08		

Poids spécifique : 2,67.

Rapports d'oxygène : 6,34 : 3 : 1,02.

D'après M. Des Cloizeaux. l'angle des axes dans l'huile pour la lnmière rouge est d'environ 95° et 2V environ 87°.

L'angle d'extinction sur p est de —2°30′ à —3°.

— g^1 — —10° à —12° (1).

L'angle de p avec Sn_g a été trouvé de 105° à 108°.

J'ai fait tailler six lames minces perpendiculaires aux bissectrices. Les trois sections Tn_p ont donné des angles d'extinction de 64° à 67° par rapport à la trace de la macle de l'albite. Les trois sections Sn_g vues entre les nicols croisés sont moirées, à extinctions onduleuses, le clivage p est irrégulier, la mesure des angles d'extinction ne peut y être faite que très grossièrement.

D'après M. Des Cloizeaux, on a :

$\rho < v$ autour de n_g.

$\rho > v$ — n_p.

Andésine de Saint-Raphaël (*Var*). — Ce feldspath est un des éléments du premier temps de consolidation de l'andésite silicifiée de l'Esterel, connue sous le nom de porphyre bleu des Romains. Elle est en cristaux plus ou moins altérés, fragiles, fendillés. Cependant, les cristaux vus au microscope paraissent bien plus frais qu'on ne l'aurait cru par l'examen à l'œil nu. Ils présentent les formes $p(001)$, $g^1(010)$, $m(1\bar{1}0)$, $l(110)$, $a^{1/2}(\bar{2}01)$, $b^{1/2}(\bar{1}\bar{1}1)$.

(1) *Bull. de la Soc. min.*, t. VII, p. 325.

Digitized by Google

L'analyse des cristaux, dégagés de leur partie périphérique, a été faite par Rammelsberg et a conduit aux résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	57,01	30,40	
Alumine	28,05	13,04	
Chaux	7,53	2,15	3,54
Soude	5,47	1,37	
Potasse	0,12	0,02	
Magnésie	0,39		
Perte au feu	1,43		
	100,00		

Rapports d'oxygène 7 : 3 : 0,82.

Poids spécifique 2,678.

D'après M. Des Cloizeaux [1], l'angle des axes dans l'huile d'indice 1,466 avec la lumière rouge est d'environ 96° autour de n_g, ce qui donne pour l'angle réel 2V 89°6'.

Sur toutes les lames minces que j'ai fait tailler perpendiculairement aux bissectrices, les sections perpendiculaires à n_g prennent à épaisseur égale des teintes moins vives que les sections perpendiculaires à n_p, ce qui montre que n_g est bissectrice aiguë.

L'angle d'extinction sur trois sections Sn_g a varié de 7° à 9°. Ces deux valeurs d'angle s'observent sur un même individu zoné.

Quatre sections Tn_p ont offert des angles d'extinction variant de 64° à 67°. Ces sections montrent à la fois la macle de l'albite et celle de la péricline.

Les traces des deux macles font entre elles un angle de 86°, et l'extinction suivant la trace du plan des axes se fait dans leur angle obtus.

[1] *Bull. de la Soc. min.*, t. VII, p. 313.

Digitized by Google

Sur Sn_g on ne voit qu'une seule trace de macle; elle est sensiblement parallèle à la trace du clivage *p* (001).

Sur les lamelles que donne le clivage *p* (001) l'angle d'extinction est de — 2° à — 3°.

Sur les lamelles parallèles à g^1 l'angle d'extinction est de — 8° à — 10°.

D'après M. Des Cloizeaux, l'angle de Sn_g sur *p* (001) est de 117°.

Andésine de Francheville (*Rhône*). — Les échantillons de ce feldspath que j'ai examinés proviennent de la collection de M. Damour et m'ont été donnés par lui.

Ils se présentent en belles masses blanches, un peu laiteuses, composées de lames enchevêtrées et associées à du quartz, de l'hornblende et du sphène, et proviennent de filonnets de pegmatite interstratifiés dans le gneiss amphibolique.

L'analyse faite par M. Damour a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	57,23	30,52	
Alumine	27,60	12,84	
Chaux	6,52	1,86	3,90
Soude	7,89	1,97	
Potasse	0,38	0,07	
Perte au feu	0,90		
	100,52		

Rapports d'oxygène 7,16 : 3 : 0,91.

Poids spécifique 2,68.

Autour de la bissectrice aiguë n_g, M. Des Cloizeaux [1] en opérant avec de la lumière rouge homogène a trouvé des

[1] *Bull. de la Soc. min.*, t. VII, p. 322.

Digitized by Google

écartements d'axes variant dans l'huile de 84°30′ à 94°50′, d'où 2V variant de 79° à 88° et $\rho < v$ autour de n_g avec dispersion tournante.

L'angle d'extinction sur *p* (001) est de — 2° à — 3°, et sur g^1 (010) de — 10° à — 12°.

L'angle de Sn_g sur *p* (001) est de 110° à 112°.

J'ai fait tailler neuf lames minces perpendiculaires aux bissectrices. Cinq d'entre elles taillées suivant Sn_g ont donné des angles d'extinction de 6° à 9° par rapport au clivage *p* (001). Sur plusieurs de ces lamelles, la macle de l'albite se voit sous forme de larges bandes à peu près parallèles à ce clivage.

Quatre sections taillées suivant Tn_p ont donné des angles d'extinction variant de 66° à 69°.

Les extinctions se font à 4° près de ces valeurs sur l'autre série de bandes de la macle. La section Tn_p est donc presque perpendiculaire au plan de symétrie.

Andésine de Bodenmais (*Bavière*). — M. Des Cloizeaux, auquel on doit une étude optique de ce feldspath [1], le décrit comme il suit :

Beaux cristaux d'un vert sombre dont les formes principales sont *m* $(1\bar{1}0)$, *t* (110), g^2 (130), g^1 (010), g^3 $(1\bar{3}0)$, *p* (001), a^1 $(\bar{1}01)$, $a'^{/2}$ $(\bar{2}01)$, $b'^{/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c'^{/2}$ $(1\bar{1}1)$, i^1 (011) à cassures fines sur *p*, associées à une orthose d'un vert clair et pénétrés par de la pyrrhotine et par des filons d'une substance micacée noirâtre.

Au microscope, ce feldspath est parfaitement incolore, sa teinte verte à l'œil nu provient des inclusions qu'il renferme et surtout de la biotite et de filonnets de chlorite. C'est un minéral provenant d'un filon de concrétion.

[1] *Bull. de la Soc. min.*, t. VII, p. 314.

Digitized by Google

L'analyse faite par M. Damour a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	58,16	31,02	
Alumine	25,69	11,95	
Chaux	6,48	1,85	3,53
Oxyde ferreux	2,24		
Soude	6,16	1,54	
Potasse	0,72	0,14	
Perte au feu	0,93		
	100,38		

Rapports d'oxygène 7,78 : 3 : 0,89.

Poids spécifique 2,665.

D'après M. Des Cloizeaux, l'écartement des axes est excessivement variable, sans doute à cause de la structure complexe des cristaux qu'il a étudiés.

Quoiqu'ayant choisi les plaques normales aux deux bissectrices sur un même échantillon, il a trouvé que la bissectrice aiguë était tantôt positive et tantôt négative.

Autour de n_g il a constaté dispersion ordinaire et $\rho < \nu$, ou dispersion croisée, et trouvé 112° pour l'angle de Sn_g sur p (001).

J'ai fait tailler six lames minces perpendiculaires aux deux bissectrices. Ces lames proviennent de trois cristaux sur chacun desquels on a tiré une section perpendiculaire à n_p et une section perpendiculaire à n_g. Ces sections, collées deux à deux sur le même verre et usées simultanément de manière à posséder la même épaisseur, ont constamment montré n_g comme bissectrice aiguë.

Du reste, les lames ainsi taillées n'ont pas présenté la structure compliquée signalée par M. Des Cloizeaux, une seule des lames perpendiculaires à n_g a présenté une structure zonée.

Digitized by Google

Sur les deux sections Sn_g non zonées l'angle d'extinction a été trouvé de 8°30′ par rapport au clivage p (001) et à la trace de la macle de l'albite qui paraissent se confondre. Sur la section Sn_g zonée l'angle d'extinction varie, du centre à la périphérie, de 7°30′ à 10°.

Les trois sections taillées suivant Tn_p ont présenté toutes les trois un angle d'extinction de 68°. On y aperçoit à la fois les bandes de la macle de l'albite et celles de la péricline faisant entre elles un angle de 86°30′. L'extinction suivant la trace du plan des axes a lieu dans l'angle obtus des deux macles.

M. Des Cloizeaux a trouvé sur p (001) des angles d'extinction de — 3°16′ à — 3°20′ et sur g^1 (010) des angles variant de — 5° à — 11°.

Une plaque taillée suivant Sn_g a donné dans l'eau en lumière jaune homogène un écartement d'axes :

$$2A_q = 108°$$

d'où l'on tire :

$$2V = 88°14'.$$

Dans l'iodure de méthylène on a :

$$2M_a = 78°30'$$
$$2M_o = 81°30'$$

d'où l'on déduit en partant de la formule $t_g\, V = \frac{\sin M_a}{\sin M_o}$:

$$2V = 88°16'$$

Andésine de Snarum (*Norvège*). — L'échantillon étudié provient de la collection du Muséum. Il se présente en belles masses laminaires blanches translucides. Au microscope on le voit traversé de fentes irrégulières très fines remplies de mica blanc, de quartz et d'épidote. La macle de l'albite, très développée et visible à l'œil nu sous forme de fines cannelures, se compose de bandes d'épaisseur très variable; tantôt l'une des séries n'est représentée que par des traits

Digitized by Google

extrêmement fins, tantôt au contraire, les deux séries présentent un développement presque égal.

Le poids spécifique est de 2,665.

J'ai fait tailler six fragments en lames minces perpendiculaires aux bissectrices. Sur trois sections Sn_g l'angle d'extinction par rapport au clivage p (001) a varié de 10 à 12 degrés. Sur l'une des sections, la macle de l'albite se manifeste par de larges bandes mal délimitées.

Sur les sections Tn_g l'angle d'extinction s'est montré compris entre 67° et 69° par rapport à la trace de la macle de l'albite. Sur la seconde série de bandes qui possède à peu près la même biréfringence que la première, mais qui présente en lumière convergente des images légèrement dissymétriques, l'angle d'extinction a varié de 70° à 73°. L'angle de la trace du clivage p et de la trace de la macle de l'albite est de 86° à 88°.

Andésine d'Arcuentu (*Sardaigne*). — Ce feldspath dont je dois les échantillons à l'obligeance du professeur Lovisato, a été étudié par Vom Rath, qui en a déterminé les caractères spécifiques.

Il se présente sous la forme de petits grains cristallins incolores, très inégalement transparents au milieu d'un tuf en partie décomposé. Sur un grand nombre de ces grains, les facettes sont assez nettes pour qu'on puisse les déterminer, bien qu'il ne soit pas possible de faire des mesures goniométriques rigoureuses. Vom Rath y a reconnu les formes suivantes : p (001), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$), $c^{1/2}$ ($1\bar{1}0$), m ($1\bar{1}0$), t (110), g^2 (130), h^2 (310), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), $b^{1/4}$ ($\bar{2}\bar{2}1$). Ce savant a en même temps dosé la silice de ce feldspath et trouvé une teneur de 60 0/0, ce qui l'a confirmé dans l'idée que le minéral en question était bien une andésine.

Digitized by Google

J'ai repris l'analyse de ce feldspath en opérant sur des grains bien transparents, sans altération apparente, soigneusement triés et présentant des poids spécifiques compris entre 2,652 et 2,656.

La seule indication d'une altération était une teneur en eau d'environ 1 0/0, que j'ai attribuée à une couche légère qui ternit les cristaux.

L'analyse a donné une telle différence avec la composition normale de l'andésine que j'ai cru devoir prier mon confrère M. Duparc, de Genève, de la répéter en opérant lui-même le triage des grains. Voici les résultats que nous avons obtenus l'un et l'autre :

	DUPARC	FOUQUÉ
Silice	62,65	63,80
Alumine	24,19	23,43
Chaux	6,28	6,26
Soude	6,48	5,58
Potasse	1,24	1,44
	100,74	100,51

Il est évident d'après cela que le feldspath étudié est altéré, qu'il s'est modifié en s'enrichissant en silice et s'appauvrissant en alcalis. Il est probable que sa teneur en eau vient d'opale auquel il doit sa teneur élevée en silice. Avec un triage plus grossier, on trouve jusqu'à 65 et 66 0/0 de silice.

L'écartement des axes mesuré dans l'eau donne :

$$2Aq = 100^\circ$$

d'où :

$$2V = 82^\circ 28'$$

en supposant $n_{mj} = 1,553$ autour de n_p, bissectrice aiguë, $\rho > \nu$.

Digitized by Google

Dans iodure de méthylène d'indice 1,720
on a $2M = 72°30'$
d'où $2V = 81°50'$

Six lames minces taillées suivant Sn_g ont donné par rapport à la macle de l'albite des angles d'extinction de 65° à 67°. L'angle des traces de la macle et du clivage *p* est de 86°.

Six lames minces taillées suivant Tn_g ont donné des sections zonées, qui pour la plupart s'éteignent sous des angles de 1° à 3° par rapport à la trace du clivage *p* (001).

Je crois qu'il faut plutôt considérer ces angles comme correspondant à des minima d'éclairement qu'à des extinctions véritables. En effet, chacun des grains de ce feldspath se montre extrêmement zoné. Les zones sont très étroites, irrégulières et onduleuses. De plus, la macle de l'albite vue sur la section Tn_p est composée de bandes fines à peu près également développées dans les deux séries. Il n'est donc pas étonnant que les sections Sn_g présentent des résultats très complexes dus aux superpositions, et que par conséquent il faille y attacher peu d'importance aux angles apparents d'extinction. Cependant, je ferai remarquer qu'il y a coïncidence de ce fait avec un changement de signe de la bissectrice aiguë.

Andésine de Molompise (*Cantal*). — Ce feldspath provient de petits filons de pegmatite qui traversent un amas de gneiss amphibolique.

Il est associé à d'autres feldspaths : anorthose et oligoclase, qui comme lui sont blancs laiteux et laissant voir à l'œil nu sur *p* (001) les cannelures de la macle de l'albite. Ces éléments sont unis à du quartz et à de larges lames de mica brun.

L'échantillon étudié est inscrit dans la collection du Collège de France avec le n° 1154.

Digitized by Google

Ce feldspath est trop impur pour pouvoir être soumis à l'analyse. Quand on le concasse en petites lames de clivage et qu'on le soumet à l'épreuve des liqueurs denses, on voit tous les individus s'enfoncer dans un liquide de densité 2,653 et flotter dans un liquide de densité 2,690. Le poids spécifique de la plupart des lamelles est voisin de 2,670.

Trois lamelles minces taillées suivant Sn_g ont donné des angles d'extinction de 9° à 10° par rapport au clivage *p*.

Trois lamelles taillées suivant Tn_p ont donné des angles de 65° à 66° par rapport à la trace de la macle de l'albite. L'angle des axes est très voisin de 90°.

Oligoclase-andésine d'Alagnon, Vallée de Blesle (Haute-Loire).

N° 1163 et n° 1120 de la collection du Collège de France.

L'échantillon étudié provient d'un filon de pegmatite qui coupe le gneiss amphibolique à deux kilomètres environ en amont de Blesle, sur la route conduisant à Molèdes. Ce feldspath est associé à du quartz et à de l'amphibole. Il est chargé de produits secondaires, de telle sorte que l'analyse en est impossible et le poids spécifique trouvé douteux (2,640 à 2,645). Cependant ses propriétés optiques en lumière convergente sont très nettes.

L'angle des axes est tellement voisin de 90° que les sections d'égale épaisseur perpendiculaires aux deux bissectrices présentent sensiblement la même teinte (au maximum d'éclat).

Douze sections ont été taillées en lames minces perpendiculaires aux bissectrices.

Les six sections perpendiculaires à n_g ont offert par rapport à la trace du clivage *p* des angles d'extinction de 0°, 1° et 1° 30′.

Digitized by Google

Les six sections perpendiculaires à n_p ont offert par rapport à la trace de la macle de l'albite, des angles d'extinction compris entre 70 et 72°

Les bandes associées s'éteignent de l'autre côté sous des angles de 74 à 76°. L'image en lumière convergente y est un peu dissymétrique.

Oligoclase-andésine du même gisement.

(N° 1163 de la collection du Collège de France.)

Cet échantillon, beaucoup plus pur que le premier, bien qu'il contienne encore des produits de décomposition : quartz, damourite, possède un poids spécifique compris entre 2,638 et 2,644. Son analyse a donné les chiffres suivants :

		Oxygène.	
Silice	62,4	33,27	
Alumine	22,8	10,62	
Chaux	7,0	1,99	4,24
Soude	8,4	2,17	
Potasse	0,5	0,08	
	101,1		

Rapports 9,40 : 3 : 1,19.

Comme dans l'échantillon précédent, l'angle des axes est sensiblement de 90°.

Sur trois sections minces taillées perpendiculairement à n_g l'angle d'extinction a varié de 1 à 3°.

Sur trois sections perpendiculaires à n_p l'angle d'extinction a varié de 70 à 72°.

Les bandes de l'autre série de la macle d'albite sont très fines et l'angle d'extinction y est difficile à apprécier, cependant il semble différer de ceux-ci respectivement de deux degrés. Il y a donc presque symétrie des deux côtés de la ligne de jonction.

Digitized by Google

Oligoclase-andésine de Salem (1). — L'échantillon en question a été étudié par M. Des Cloizeaux (2) qui le décrit de la façon suivante : « Petites masses laminaires formées d'une succession de couches parallèles à la base, d'environ un demi-millimètre d'épaisseur, alternativement limpides et d'un blanc mat, associées à un microcline blanc, de Coromandel (collection du Muséum). Ces couches se dessinent d'une manière très nette sur les clivages g^1 (010) »

Une analyse faite par Dirvell a donné :

		Oxygène.	
Silice	61,32	32,70	
Alumine	25,30	11,79	
Chaux	6,50	1,86	3,66
Magnésie	trace		
Soude	6,30	1,57	
Potasse	1.19	0,23	
Perte au feu	0,50		
	101.11		

Rapports d'oxygène 8,34 : 3 : 0,93.

Densité 2,678.

L'angle des axes est très voisin de 90°, cependant la bissectrice aiguë paraît être n_p. M. Des Cloizeaux a trouvé dans l'huile avec de la lumière rouge un écartement d'axes d'environ 94° 30 autour de la bissectrice négative et un écartement moyen de 98° autour de la bissectrice positive. Dispersion ordinaire $\rho > \nu$, et dispersion horizontale autour de n_p. Sur le clivage p il a observé un angle d'ex-

(1) Cet échantillon, ainsi que ceux de la même région cités dans ce mémoire, proviennent de la collection de Leschenault, et bien que catalogués au Muséum comme venant de la côte de Coromandel, ont été recueillis aux environs de Salem, dans la présidence de Madras; la roche qui les renferme est une pegmatite en filons dans le gneiss.

(2) *Bull. de la Soc. min.*, t. VII, p. 328.

Digitized by Google

tinction de + 1° 30 à + 2, et sur g^1 des angles de + 2° à + 5°, et trouvé 108° pour l'angle de n_g avec la normale à p (001).

J'ai fait tailler six lames minces perpendiculaires aux bissectrices. Les trois sections perpendiculaires à n_g ont donné des angles d'extinction de 4° par rapport au clivage p. Les trois sections perpendiculaires à n_p ont fourni des angles d'extinction de 74 à 75° par rapport à la macle de l'albite. Sur ces sections on observe à la fois la macle de l'albite et celle de la péricline; les traces des deux macles font entre elles un angle de 86°. La trace de la macle de la péricline se confond sensiblement avec la trace du clivage p. M. Des Cloizeaux range ce feldspath dans ses andésines (4e classe).

Oligoclase-andésine de Château Richer (Canada). — L'échantillon que j'ai étudié est celui qui a déjà servi aux études optiques de M. Des Cloizeaux (1). Il se présente en masses laminaires rougeâtres. La teinte rouge est due à des inclusions d'hématite. Les produits de décomposition : quartz, épidote, chlorite y sont nombreux. C'est pourquoi les analyses de ce feldspath faites par Sterry Hunt et par Francke, conduisant aux rapports 7,33 : 3 : 0,91 et 6,16 : 3 : 0,81, ne peuvent être considérées comme ayant une grande valeur.

L'angle des axes est très voisin de 90°. Sur les sections de même épaisseur, taillées perpendiculairement aux deux bissectrices, il est à peu près impossible de saisir une différence de teinte, cependant M. Des Cloizeaux ayant trouvé qu'avec la lumière rouge et dans l'huile l'écartement était de 97° 41′ autour de n_g correspondant à 2V° = 90° 34, il est

(1) *Bull. de la Soc. min.*, t. VII, p. 321.

Digitized by Google

certain, d'après cela, que la bissectrice aiguë est n_p et $2V_{ar} = 89° 26'$.

D'après le même savant, on a dispersion ordinaire, $\rho > \nu$, et dispersion tournante autour de n_p, dispersion horizontale à $\rho < \nu$ autour de n_g.

Sur p l'angle d'extinction varie de $+1°$ à $+3°$, sur g^1 (010) il varie de $+6°$ à $+8°$.

L'angle de n_g avec la normale à p (001) est de 108 à 110°.

J'ai fait tailler six lames minces perpendiculaires aux bissectrices. Sur trois sections perpendiculaires à n_g les angles d'extinction, observés par rapport à la trace du clivage p (001), ont été 3, 4 et 8°. L'image fournie par la dernière section en lumière convergente est notablement décentrée. De plus, il est à noter que les bandes de la macle de l'albite, visibles sur la section perpendiculaire à n_p, sont extrêmement fines, serrées, de telle sorte que sur les sections perpendiculaires à n_g on n'observe qu'un minimum de lumière et non une véritable extinction.

L'angle d'extinction sur les sections perpendiculaires à n_p est compris entre 75 et 76°.

M. Des Cloizeaux range ce feldspath dans ses andésines (4e classe).

Andésine-oligoclase de Kyrkslatt (Finlande). — L'échantillon est en petites masses laminaires légèrement verdâtres, à cannelures très prononcées sur la base. Il provient d'une pegmatite et ressemble beaucoup à celui de l'île Degeroë étudié par M. Des Cloizeaux.

L'angle des axes est voisin de 90°, cependant n_p est franchement bissectrice aiguë. M. Des Cloizeaux (1) a trouvé en opérant sur ce feldspath dans l'huile avec de la lumière rouge, que l'angle autour de n_p était en moyenne de 90°40',

(1) *Bull. de la Soc. min.*, t. VII, p. 297.

Digitized by Google

tandis qu'il était autour de n_g en moyenne de 95°. Autour de n_p, il a constaté dispersion horizontale avec $\rho > \nu$, et autour de n_g dispersion tournante et $\rho < \nu$. L'angle d'extinction sur p (001) varie de + 1°30 à + 3°; sur g^1 (010) il varie de + 0° 30′ à + 3°. L'angle de Tn_g sur p (001) est de 103 à 104°.

J'ai fait tailler six lames minces perpendiculaires aux bissectrices dans trois morceaux de feldspath de Kyrkslatt et j'ai observé les faits suivants :

Sur les trois sections Tn_g les angles d'extinction observés par rapport au clivage p ont été respectivement 0° 30′, 1° et 1°.

Sur les trois sections Sn_p l'angle d'extinction, par rapport à la macle de l'albite, a varié de 77 à 79°. La seconde série de bandes a présenté des angles d'extinction différant à peine de 1° des précédents.

Les sections Sn_p montrent à la fois la macle de l'albite et celle de la péricline dont les traces font entre elles un angle de 86 à 87°. La trace de la macle de la péricline se confond sensiblement avec celle du clivage p (001).

M. Des Cloizeaux range ce feldspath dans ses oligoclases normaux (2e classe).

Oligoclase-andésine de Tvedestrand (*Norvège*). — Le feldspath en question est bien connu des minéralogistes. C'est la pierre de soleil avanturinée rougeâtre que l'on trouve à Tvedestrand, associée à des cristaux de cordiérite dans un gneiss.

Il a pour bissectrice aiguë n_p. Son poids spécifique est 2,656, et une ancienne analyse de Scheerer donne pour sa composition les rapports 8,7 : 3 : 1.

M. Des Cloizeaux, qui a étudié ses propriétés optiques (1),

(1) *Bull. de la Soc. min.*, t. VII, p. 289.

Digitized by Google

donne pour l'écartement des axes dans l'huile en lumière rouge :

$2H_a = 89° 38'$ autour de n_p

$2H_o = 102°$ en moyenne autour de n_g.

Dans le premier cas dispersion horizontale axec $\rho > v$.

Dans le second dispersion tournante avec $\rho < v$.

L'extinction sur p (001) se fait à $+ 1° 30$.

— g^1 (010) — de $+ 2°$ à $+ 4°$.

L'angle de n_g avec la normale à p (001) est de 101°.

J'ai fait tailler six lames minces perpendiculaires aux bissectrices.

Sur les sections Tn_g les angles d'extinction observés par rapport au clivage p ont été respectivement : 3°40′, 4° et 4° 30′.

Les angles d'extinction sur Sn_p par rapport à la trace de la macle de l'albite sont compris entre 77 à 79°.

M. Des Cloizeaux range ce feldspath dans ses oligoclases normaux (3e classe).

OLIGOCLASES

Oligoclase de Backersville. — Minéral limpide, très pur, présentant des plages absolument dépourvues des macle, ce qui en a permis l'emploi dans les recherches de précision effectuées par M. Offret [1]. Cependant, sur d'autres plages on observe à la fois la macle de l'albite et celle de la péricline. Il y a deux clivages très marqués, le clivage p (001) et un autre clivage nacré, faisant avec celui-ci un angle de 69° 29′.

La section Sn_p fait un angle de 95° avec p et un angle de 117° 30′ avec l'autre face de clivage (probablement m $(1\bar{1}0)$.

Sur cette section, les traces des deux macles font entre elles un angle de 87°, la trace de la macle de la péricline et celle du clivage p (001), sont sensiblement parallèles.

(1) *Bull. de la Soc. min.*, t. XIII, p. 405.

Digitized by Google

Une analyse de Sperry donne pour ce feldspath la composition suivante [1] :

		Oxygène.	
Silice	62,60	33,39	
Alumine	23,52	10,94	
Chaux	4,47	1,28	3.54
Soude	8,62	2,15	
Potasse	0,56	0,11	
	99,77		

Rapports d'oxygène 9,34 : 3 : 0,97.

Poids spécifique : 2,651.

Les indices déterminés par M. Offret sont les suivants :

$$n_{pi} = 1,5329$$
$$n_{mi} = 1,5293$$
$$n_{pi} = 1.5260$$

D'après le même savant, on a pour l'écartement des axes :

$$2V^i = 88°16'$$

L'angle d'extinction sur p est de $+ 1°$.

L'angle d'extinction sur g' est de $+ 7°30'$.

Quatorze sections ont été taillées perpendiculairement aux bissectrices :

Huit sections Sn_p ont donné des angles d'extinction de 87° à 88°30′ par rapport à la trace de la macle de l'albite.

Six sections Tn_g ont donné des angles d'extinction de 2° à 4° par rapport à la trace du clivage p (001).

Les extinctions les plus fréquentes sont de 2° à 3°.

Oligoclase nacré (Coromandel ?). — Cet échantillon est le numéro 3 de la deuxième classe d'oligoclases étudiés par M. Des Cloizeaux qui le décrit de la façon suivante [2] :

(1) *Bull. de la Soc. Min.*, t. VII, p. 274.

(2) *Am. J. of soc.*, t. XXXVI, nov. 1888.

Digitized by Google

« Beaux fragments, limpides par places, offrant deux clivages nets, l'un suivant la base, nacré et à larges cannelures parallèles à pg^1; l'autre suivant g^1 vitreux et uni. (Collection du Muséum, sans localité). Le plan des axes paraît presque perpendiculaire à g^1 et très sensiblement parallèle à la base. »

Une analyse de M. Pisani a fourni les données suivantes :

		Oxygène	
Silice	64,00	34,13	
Alumine	23,50	10,93	
Chaux	2,72	0,78	3,18
Magnésie	0,60		
Soude	9,00	2,25	
Potasse	0,77	0,15	
Perte au feu	0,16		
	100,75		

Rapports d'oxygène 9,37 : 3 : 0,87.

Densité 2,64.

M. Des Cloizeaux a trouvé que l'écartement des axes était dans l'huile en lumière rouge de

91°30′ en moyenne autour de n_p

et de

102° en moyenne autour de n_g

d'où

$$2V = 85°20'$$

avec dispersion horizontale, et $\rho > \nu$ dans le premier cas ;

Avec dispersion tournante, et $\rho < \nu$ dans le second.

Plan des axes sensiblement parallèle à la base.

L'angle d'extinction sur p est d'environ $+ 3°30'$.

Il est de $+ 6$ à 7° sur g^1.

J'ai fait tailler six sections minces perpendiculaires aux bissectrices. Trois d'entre elles ont présenté sur Tn_g par rapport au clivage p des angles d'extinction de 6 à 7°. Il y a

Digitized by Google

sensiblement coïncidence de cette section avec g^1 (010). Les trois autres, taillées suivant Sn_p, ont fourni des angles de 87 à 89° par rapport à la trace de la macle de l'albite. La seconde série de bandes presque perpendiculaire aussi à Sn_p a donné des angles d'extinction de 85° à 87°. Les extinctions se font donc presque symétriquement.

Oligoclase de Mineral-hill, comté de Delaware (Pensylvanie). — Cet échantillon est celui dont M. Des Cloizeaux a fait l'étude optique et qu'il rattache à la seconde classe de ses oligoclases anomaux. Il le décrit comme il suit : « Petites masses incolores et transparentes par places, légèrement teintées en jaune par l'oxyde de fer, en d'autres places traversées par des lames de disthène grisâtre. Sur le clivage basique, profondes cannelures produites par la macle de l'albite. Le plan des axes est presque perpendiculaire à g^1 et parallèle à la base. » (1) La roche qui le renferme est une pegmatite.

Une analyse de M. Pisani a donné les résultats suivants :

		Oxygène	
Silice	63,20	33,71	
Alumime	23,60	10,97	
Chaux	3,56	1,02	3,02
Magnésie	1,53		
Soude	7,30	1,82	
Potasse	0,90	0,18	
Perte au feu	1,20		
	101,29		

Rapports d'oxygène 9,22 : 3 : 0,82.
Poids spécifique 2,64.

(1) *Bull. de la Soc. Min.*, t. VII, p. 272.

Digitized by Google

M. Des Cloizeaux a trouvé pour l'écartement des axes dans l'huile en lumière rouge

en moyenne 92°24′ autour de n_p
— 98° — n_g

dans le premier cas dispersion horizontale et $\rho > v$.

Plan des axes parallèle à la base.

Sur p (001) l'angle d'extinction est en moyenne de $+1°45'$; sur g^1 (010) il est de $+6°$ à $+9°$.

J'ai fait tailler six sections minces perpendiculaires aux bissectrices.

Sur trois sections Tn_g les angles d'extinction observés par rapport au clivage p ont été de 6°, 7° et 9°.

Sur trois sections Sn_p les angles d'extinction observés par rapport à la trace de la macle de l'albite ont été de 86°, 86° 30′ et de 87°30′.

Sur la seconde série de bandes l'angle d'extinction est de 89°30′

Oligoclase du Mexique. — Cet échantillon, que je dois à l'obligeance de M. Jannettaz, a été acheté par lui chez un marchand de minéraux comme provenant du Mexique, mais en réalité la provenance en est incertaine. Je croirais plus volontiers qu'il vient de l'un des gisements précités des États-Unis. C'est un magnifique spécimen d'une pureté et d'une limpidité parfaites, présentant sur son clivage basal les fines stries de la macle de l'albite.

Soumis à l'épreuve des liqueurs denses après réduction en petits fragments, il se montre très homogène. Tous les grains plongent dans un liquide de densité 2,640 et flottent dans un liquide de densité 2,645.

Digitized by Google

		Oxygène	
Silice	64,32	34,30	
Alumine	23,05	10,72	
Chaux	3,90	1,11	3,35
Soude	8,50	2,13	
Potasse	0,54	0,11	
	100,31		

Rapports d'oxygène 9,60 : 3 : 0,94.

Un parallélipipède à faces perpendiculaires aux bissectrices a été taillé dans un morceau peu maclé et a servi à la taille de deux prismes destinés à la mesure des indices.

Le premier prisme possède un angle de 60° avec plan bissecteur perpendiculaire à n_p et arête dirigée suivant n_g. Il a donné les mesures suivantes :

D_{gj}	41°16′45″	n_{gj}	1,5464
D_{mj}	40°53′45″	n_{mj}	1,5421
D_{gr}	41° 7′45″	n_{gr}	1,5447
D_{mr}	40°46′45″	n_{mr}	1,5408.

Le second prisme présente un angle de 60°6′ avec plan bissecteur perpendiculaire à n_g et arête dirigée suivant n_m. Il a donné les mesures suivantes :

D_{mj}	40°53′30″	n_{mj}	1,5408
D_{pj}	40°31′	n_{pj}	1,5367
D_{mr}	40°38′45″	n_{mr}	1,5381
D_{pr}	40°21′30″	n_{pr}	1,5349.

D'où en prenant la moyenne des valeurs de n_m et modifiant en conséquence n_g et n_p on a :

n_{gj}	1,5457	n_{gr}	1,5436
n_{mj}	1,5415	n_{mr}	1,5399
n_{pj}	1.5373	n_{pr}	1,5358.

Digitized by Google

L'écartement des axes mesuré dans l'eau distillée en lumière jaune, a donné les nombres suivants :

autour de n_p $2Aq = 110°40'$
— n_g $2Aq = 109°20'$.

Il semble d'après cela que n_g est bissectrice aiguë, mais la différence des deux mesures est si petite qu'elle rentre presque dans la limite des erreurs expérimentales. En réalité 2V est sensiblement égal à 90°.

Autour de n_g dispersion inclinée et un peu croisée $\rho < v$.

Autour de n_p dispersion horizontale $\rho > v$.

J'ai fait tailler six lames minces perpendiculaires aux bissectrices. Trois d'entre elles, taillées perpendiculairement à n_g, ont donné par rapport au clivage p des angles d'extinction de 5°30', 5°30' et 6°.

Trois sections perpendiculaires à n_p ont donné par rapport à la macle de l'albite des angles d'extinction de 87°, 87° et 86°30'. Sur ces sections les extinctions se font sensiblement parallèlement au clivage p.

Oligoclase de Buö, près Arendal. — L'échantillon est celui dont les propriétés optiques ont été déterminées par M. Des Cloizeaux (1).

« Ce sont de grandes masses laminaires d'un blanc légèrement jaunâtre, à clivages p ondulés et finement striés parallèlement à l'arête pg^1, associés à un microcline quadrillé. »

Le plan des axes paraît presque perpendiculaire à g^1 et à très peu près parallèle à la base. Elles proviennent d'une pegmatite.

(1) *Bull. de la Soc. Min.*, t. VII, p. 274.

Digitized by Google

L'analyse faite par M. Dirvel a donné les résultats suivants correspondant à peu près à la formule Ab^6An^1 :

		Oxygène	
Silice	64,34	34,31	
Alumine	22,75	10,58	
Chaux	3,39	0,97	3.38
Magnésie	traces		
Soude	8,98	2,25	
Potasse	0,81	0,16	
Perte au feu	0,80		
	101,07		

Rapports d'oxygène 9,73 : 3 : 0,96.

Densité 2,640 déterminée avec la balance de Westphal.

D'après M. Des Cloizeaux, l'écartement des axes observé dans l'huile en lumière rouge est d'environ 90° autour de n_p et de 99° autour de n_g.

Dispersion horizontale, $\rho > \nu$ autour de n_p.

Dispersion tournante, $\rho < \nu$ autour de n_g.

Sur p^1 (001) angle d'extinction d'environ + 1°30′.

Sur g^1 (010) » » de + 6° à + 8°30′.

Six lames minces ont été taillées perpendiculairement aux bissectrices.

Les sections Tn_g s'éteignent sous des angles de 5 à 7° par rapport au clivage p.

Les sections Sn_p ont un angle d'extinction de 88° à 90° par rapport à la trace de la macle de l'albite. La seconde série de bandes s'éteint sous des angles de 85° à 87°.

Ces angles varient d'un point à un autre d'une même préparation. En quelques points l'extinction des deux séries paraît presque simultanée ; on reconnaît toutefois que cela a lieu surtout dans les points où les bandes d'une extrême finesse se superposent partiellement.

Digitized by Google

Oligoclase de la Guyane française. — L'échantillon étudié provient de la collection du Muséum. M. Des Cloizeaux en a déterminé les propriétés optiques (1) et a considéré ce feldspath comme rentrant dans sa seconde classe d'oligoclases anomaux : « C'est une petite masse blanche à cannelures fines sur le clivage basique, associée à un beau microcline quadrillé de la Guyane. »

D'après M. Des Cloizeaux, les écartements d'axes dans l'huile en lumière rouge sont les suivants :

Autour de n_p environ 30°.
Autour de n_g environ 99°.
Autour de n_p dispersion horizontale, $\rho > \nu$.
Autour de n_g dispersion croisée, $\rho < \nu$.
Sur p (001) extinction de + 1° à + 2°.
Sur g^1 (010) » + 5° à + 7°.
Plan des axes sensiblement perpendiculaire à g^1 (001).

J'ai fait tailler six lames minces perpendiculaires aux bissectrices. Quatre sections Tn_g ont donné des angles d'extinction de 4° à 5° par rapport au clivage p. Deux sections Sn_p ont donné des angles d'extinction de 88° et de 89°. La seconde série de bandes s'éteint sous un angle de 85°.

Oligoclase de Malompise (Cantal)

N° 969 de la collection du Collège de France.

Cet échantillon provient de petits filons pegmatoïdes qui traversent un amas de gneiss amphibolique. Le feldspath d'un blanc laiteux est associé à du quartz et à du mica noir en larges lamelles. Il n'est pas homogène. En le soumettant à l'épreuve des liqueurs denses, j'ai obtenu les résultats suivants (la matière feldspathique étant d'abord

(1) *Bul. de la Soc. Min.*, t. VII, p. 282.

Digitized by Google

concassée en petits fragments de la grosseur d'une tête d'épingle) :

Poids spécifiques.	Poids des fragments.
2,590	100mm
2,607 à 2,616	3,500mm
2,635	95mm
2,660 à 2,668	45mm

Ce sont les cristaux du lot le plus considérable, de densité 2,607 à 2,616, qui ont servi aux études ci-après. La bissectrice aiguë est n_p.

La mesure de l'écartement des axes avec l'oculaire à réticule mobile et l'objectif à immersion à grand angle a conduit à une valeur de 2V d'environ 75°.

Quinze sections minces ont été taillées perpendiculairement aux bissectrices.

Six sections Sn_p ont donné des angles d'extinction, compris entre 84° 30′ et 86°, par rapport à la trace de la macle de l'albite. Les bandes de la macle sont très fines, mais par places elles s'étalent et l'on a des plages irrégulières qui présentent la même extinction que la série de bandes considérée.

La seconde série de bandes, également composée d'éléments très fins mais présentant la même particularité de s'étaler par places, présente des angles d'extinction compris entre 82° et 84°.

On voit donc que, surtout pour la première série, la trace du plan des axes est très voisine de la trace du plan *p* (001).

Neuf sections Tn_g ont donné par rapport à la trace de *p* des angles d'extinction variant de 0° 30′ à 1° 30′. Par conséquent, là encore on voit que la trace du plan des axes est extrêmement voisine de la trace du plan *p*.

Digitized by Google

En somme, parmi les oligoclases ci-dessus considérées, aucune ne se rapproche autant d'avoir son plan des axes parallèle à *p* (001).

Les sections Tn_g sont très moirées, ce qui s'explique tout naturellement d'après ce que nous avons dit de la finesse des bandes de la macle et des particularités de leur distribution.

Oligoclases-albites

Oligoclase-albite de Colton (Etat de New-York). — Ce feldspath se présente en masses laminaires d'un gris légèrement verdâtre. M. Des Cloizeaux, qui en a fait une oligoclase de son second groupe (oligoclases anomaux), le considère comme ayant le plan des axes sensiblement parallèle à la base [1].

L'analyse faite par M. Damour a donné les résultats suivants :

		Oxygène	
Silice	65,03	34,68	
Alumine	21,74	10,11	
Oxyde ferreux	0,84		
Chaux	2,44	0,70	3,10
Soude	8,96	2,24	
Potasse	0,75	0,16	
	99,76		

Rapports 10,28 : 3 : 0,92.

Poids spécifique 2,636.

Les nombres trouvés par M. Des Cloizeaux pour l'écartement des axes mesuré dans l'huile en lumière rouge

(1) *Bull. de la Soc. Min.*, t. VII, p. 270.

Digitized by Google

montre combien l'angle des axes est voisin de 90°. Il a trouvé un angle d'environ 96° en opérant sur des plaques perpendiculaires à l'une et à l'autre bissectrice. Autour de n_p dispersions ordinaire et complexes avec $\rho > \nu$. Autour de n_g dispersions ordinaires et tournante avec $\rho < \nu$.

L'angle d'extinction sur p (001) est de + 1° à + 3°.

Sur g^1 (010) il est de + 9° à + 10°.

Le plan des axes est parallèle à la base.

J'ai fait tailler neuf sections minces perpendiculaires aux bissectrices. Sur cinq sections perpendiculaires à n_g, l'angle d'extinction par rapport au clivage p a été trouvé compris entre 9°30′ et 10°. Sur ces sections on aperçoit les lamelles de la macle de la péricline signalées par M. Des Cloizeaux. Elles font un angle de 13° avec le clivage p.

Sur quatre sections perpendiculaires à n_p l'angle d'extinction, par rapport à la trace du clivage p et à celle de la macle de la péricline qui lui sont parallèles, est compris entre 1°30′ et 2°30′. La macle de l'albite fait défaut. De la mesure prise par rapport au clivage p, on peut conclure que l'angle d'extinction par rapport à l'arête h^1g^1 est d'environ 88°.

Oligoclase-Albite de Colton (État de New-York). — L'échantillon est celui dont M. Des Cloizeaux a déterminé les propriétés optiques (1) et qu'il a rangé dans sa première classe des oligoclases anomaux. Il le décrit comme il suit : « Masse laminaire légèrement verdâtre à clivages basiques finement striés. »

L'analyse faite par M. Damour a donné les résultats suivants :

(1) *Bull. Soc. Min.*, t. VII p. 268.

Digitized by Google

		Oxygène.	
Silice	64,84	34,58	
Alumine	23,10	10,74	
Oxyde ferreux	0,75		
Chaux	2,29	0,66	2,83
Soude	7,93	1,98	
Potasse	0,94	0,19	
	99,85		

Rapports d'oxygène 9,66 : 3 : 0,79.

Poids spécifique 2,640.

D'après M. Des Cloizeaux, on a pour l'écartement des axes dans l'huile en lumière rouge :

Autour de n_p environ 97°.

» n_g » 93° 30′.

n_g est donc bissectrice aiguë, mais l'angle des axes 2V est voisin de 90°.

Autour de n_p on a $\rho > \nu$ et dispersion horizontale.

» n_g » $\rho < \nu$ » croisée.

L'angle d'extinction sur p est compris entre + 3° et + 4°; sur g^1 (010) il est compris entre + 9° et + 11°30′.

L'angle de n_g avec la normale à p (001) est de 91° à 93°.

J'ai fait tailler six lames minces perpendiculaires aux bissectrices.

Sur trois sections Sn_g les angles d'extinction observés ont été 10°, 9° et 10° par rapport au clivage p.

Sur trois sections Tn_p les deux séries de bandes de la macle de l'albite à peu près également développées ont offert, d'un côté, des angles d'extinction de 87° 30′ à 88° 30, et de l'autre côté, des angles de 84° à 84° 30′. Il est difficile de dire laquelle des deux séries présente en lumière convergente l'image la mieux centrée.

Digitized by Google

L'angle du clivage *p* et de la trace de la macle est de 86° 30′. L'extinction suivant la trace du plan des axes se fait dans l'angle obtus formé par le clivage et la macle

Oligoclase-albite de Ramfoss, près Snarum (Norwège). — Cet échantillon, recueilli par M. Lacroix, provient de la pegmatite qui renferme les beaux cristaux de tourmaline de Snarum. Le morceau étudié est une large lame épaisse de quelques millimètres, aplatie suivant *p* (001) et présentant sur cette face les stries de la macle de l'albite visibles à l'œil nu. Cette plaquette est transparente, légèrement rosée. Le clivage g^1 (010) est très brillant.

Le poids spécifique déterminé au moyen de la balance de Westphal a été trouvé égal à 2,635.

L'angle des axes est voisin de 90°; cependant, par la comparaison des teintes à épaisseur égale, on peut affirmer que n_g est bissectrice aiguë.

Six sections minces ont été taillées perpendiculairement aux bissectrices. Sur trois d'entre elles taillées suivant Sn_g les angles d'extinction observés par rapport au clivage *p*, ont été de 11°, 12° et 13°.

Les trois autres taillées suivant Tn_p présentent la macle de l'albite avec deux séries de bandes à peu près également développées. Sur celle qui donne en lumière convergente les images les mieux centrées, les angles d'extinction observés sont compris entre 84° et 86°; sur l'autre série de bandes qui offrent un léger décentrage, les angles d'extinction ont été trouvés de 78° à 79°.

Oligoclase-albite de Mörefjör, Arendal. — Cet échantillon en masse laminaire jaunâtre est celui qui a été étudié par M. Des Cloizeaux (1). Il provient d'une pegmatite dans le gneiss.

(1) *Bull. de la Soc. Min.*, t. VII, p. 257.

Digitized by Google

L'analyse faite par M. Damour a donné les chiffres suivants, conduisant à peu près à la formule Ab^6An^1 :

		Oxygène.	
Silice	65,63	35,00	
Alumine	22,92	10,61	
Chaux	2,50	0,71	3,18
Magnésie	traces		
Soude	9,89	2,47	
Potasse	traces		
	100,94		

Rapports d'oxygène 9,89 : 3 : 0,90.
Densité 2,636.

L'angle des axes est très voisin de 90°; sur les lames d'égale épaisseur appartenant aux deux bissectrices il est bien difficile de déterminer une différence des teintes au maximum d'éclat. Cependant M. Des Cloizeaux a observé dans l'huile en lumière rouge :

Autour de n_p un angle de 98° environ avec $\rho > \nu$ et dispersions horizontale et inclinée.

Et autour de n_g un angle de 95° environ avec $\rho < \nu$ et dispersions inclinée et croisée.

L'angle d'extinction sur p (001) est de 0° à + 2°.
» g^1 (010) » + 10° à + 12°30′.

L'angle de n_g avec la normale à p est de 94°.

J'ai fait tailler six sections perpendiculaires aux bissectrices. Trois sections Sn_g ont donné des angles d'extinction variant de 9° 30′ à 11° 30′ par rapport au clivage p.

Les trois sections Tn_p présentent à la fois la macle de l'albite et celle de la péricline, ainsi que le clivage p parallèle à cette dernière macle. L'angle des deux macles est de 86° 30′. L'extinction suivant la trace du plan des axes se fait dans leur angle obtus. Les valeurs trouvées varient de 83°

Digitized by Google

à 86° pour l'angle d'extinction par rapport à la trace de la macle de l'albite.

Oligoclase-albite d'Arendal (Norwège). — Cet échantillon en masse laminaire blanc jaunâtre est celui qui a été étudié par M. Des Cloizeaux [1] et rattaché par lui comme le précédent à sa première classe d'oligoclases anomaux. Il provient d'une pegmatite dans le gneiss.

L'analyse faite par M. Dirvell donne les nombres suivants, qui correspondent à peu près à la formule Ab^4An^1.

		Oxygène.	
Silice	63,53	33,81	
Alumine	24,05	11,21	
Chaux	2,60	0,74	3,11
Magnésie	traces		
Soude	8,02	2,00	
Potasse	1,86	0,37	
Perte au feu	0,90		
	100,96		

Rapports d'oxygène 9,05 : 3 : 0,83.

Densité 2,640.

M. Des Cloizeaux, en opérant dans l'huile en lumière rouge, a trouvé :

Autour de n_p un angle de 97° environ, avec $\rho > \nu$ et dispersion horizontale.

Et autour de n_g un angle de 95° environ, avec $\rho < \nu$ et dispersion inclinée et croisée.

L'angle d'extinction sur p est de 0° à + 1°30′.

» » g^1 » + 9° à + 12°.

L'angle de n_g avec la normale à p (001) est de 93° à 94°.

Trois sections minces Sn_g ont donné des angles d'extinction de 10° 30′ à 13°.

(1) *Bull. de la Soc. Min.*, t. VII, p. 255.

Digitized by Google

Trois sections Tn_p ont donné des angles d'extinction de 79° 30′ à 83°.

Oligoclase-albite de Zillerthal. — L'échantillon étudié se présente en gros cristaux blanc laiteux, légèrement rosés, associés à des cristaux d'albite plus petits, tapissant une fente d'un schiste chloriteux.

Il présente les faces m $(1\bar{1}0)$, t (110), g^1 (010), p (001), a^1 $(\bar{1}01)$, $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$, $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, et $b^{1/4}$ $(\bar{2}\bar{2}1)$. Il a l'aspect ordinaire de la péricline

Au microscope il paraît très altéré, il est criblé de produits secondaires divers, et en particulier de damourite qui forme de beaux groupes radiés. L'analyse et la détermination de la densité sont impossibles.

J'ai fait tailler six sections minces perpendiculaires aux bissectrices.

Chaque section se compose de deux parties distinctes, inégalement biréfringentes, séparées par des contours irréguliers. Il y a là deux feldspaths associés et tels que les traces du clivage p s'y prolongent de l'un à l'autre sur une même préparation et il est de même pour les macles de l'albite et de la péricline. Il y a donc lieu de considérer à part chacun de ces deux feldspaths en question (1).

Sur le premier, à épaisseur égale, les teintes de polarisation sont sensiblement les mêmes pour les deux catégories des sections, l'angle des axes est donc extrêmement voisin de 90°, cependant n_p paraît être encore bissectrice aiguë.

Les trois sections Tn_g de ce minéral présentent le clivage p très apparent, et l'on aperçoit en même temps les bandes de la macle de la péricline coïncidant avec un cli-

(1) Münzing a appelé l'attention (*N. Jahrb. f. M.*, 1891, t. II) sur une association de ce genre observée sur un feldspath de Pfitsch et en a décrit soigneusement toutes les particularités. L'association de Zillerthal semble plus régulière que celle de Pfitsch, mais c'est évidemment un fait analogue.

Digitized by Google

vage rempli de produits de décomposition qui fait un angle de 11 à 12° avec le clivage *p*. L'extinction se fait dans l'angle aigu des deux clivages, de 7 à 10° par rapport au clivage *p*.

Sur les trois sections Sn_p on aperçoit les bandes des deux macles de l'albite et de la péricline, les premières très inégalement développées sur leurs deux séries, les secondes offrant au contraire deux séries de développement à peu près égal. Les traces des deux macles font entre elles un angle d'environ 87°.

Quand on observe en lumière convergente les plages du second feldspath, on voit qu'elles présentent aussi des images à peu près également bien centrées, mais n_g est sûrement bissectrice aiguë.

L'angle d'extinction sur Tn_p est de 75°, l'angle d'extinction sur Sn_g est de 18°.

L'interprétation qui me paraît la plus simple est qu'il y a là association d'une oligoclase-albite, avec de l'albite en individus distincts bien que très enchevêtrés.

Il est à remarquer que les traces du clivage *p* et de la macle de la péricline font à peu près le même angle sur la section perpendiculaire à n_g que chez l'oligoclase de Colton *p*.

ALBITES

Albite de Amelia County (Virginia). — Cet échantillon provient des druses d'une pegmatite. Les cristaux translucides, très aplatis suivant g^1 (010) sont maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite et atteignent jusqu'à 1 décimètre dans le sens de l'axe vertical.

Ce feldspath présente trois clivages distincts : le clivage *p* (001) brillant, le clivage g^1 (010) assez net, et un clivage *t* (110) difficile. L'angle des clivages *p* et g^1 a été trouvé de 93°5′, celui de *p* et de *t* de 65°10′.

Digitized by Google

1° Deux plaques épaisses taillées suivant Sn_g sont bordées par des faces de clivage p et t. L'angle de Sn_g sur p est de 77°30′; l'angle de Sn_g sur t est de 65°. L'angle plan des deux clivages sur Sn_g a été trouvé de 54°30′.

L angle d'extinction par rapport au clivage p est de 19°30′.

2° Deux plaques épaisses taillées suivant Tn_p sont bordées par les clivages p et g^1.

L'angle des deux clivages est d'environ 93°.

L'angle de Tn_p sur p est de 69°30′.

L'angle de Tn_p sur g^1 est de 88°53′.

L'angle d'extinction par rapport à la trace de la macle suivant la loi de l'albite est de 77°10′.

3° Un parallélipipède a été taillé perpendiculairement aux bissectrices, mais au lieu de présenter deux faces à 90°, ces faces font entre elles un angle de 91°3′. Ce parallélipipède est terminé par une face de clivage p (001).

Les mesures goniométriques effectuées donnent angle de

Sn_g sur p (001) = 78°34′

Tn_p sur p = 70°17′

Angle d'extinction sur Sn_g = 19°.

Angle d'extinction sur Tn_p = 77°

Le poids spécifique déterminé au moyen de la balance de Westphal a été trouvé égal à 2,614.

L'analyse faite par Robertson a donné les résultats suivants correspondant à peu près à la formule $Ab^{12}An^1$:

Silice	67,06
Alumine	21,72
Chaux	1,59
Magnésie	0,03
Soude	10,01
Potasse	0,39
	100,80

Poids spécifique 2,618.

Digitized by Google

L'échantillon analysé par Robertson était formé de petits agrégats cristallins striés sur *p*. Il était évidemment très différent d'aspect de celui que j'ai étudié optiquement.

Des cristaux incolores provenant de la même localité ont été analysés par Musgrave qui leur a trouvé la composition suivante conduisant à peu près à la formule $Ab'An^0$.

Silice	68,44
Alumine	19,35
Soude	11,67
Potasse	0,43
	99,89

$d = 2,605.$

Albite de Saint-Gothard. — Les cristaux de cette albite tapissent les fissures de schistes cristallins de compositions variées. Ils sont associés à des cristaux de quartz hyalin. Ils présentent l'aspect et les formes de l'albite de l'Oisans. La plupart d'entre eux sont aplatis suivant g^1 et en même temps allongés suivant l'axe vertical.

Les faces dominantes sont $m(1\bar{1}0)$, $t(110)$, $g^1(010)$, $g^3(\bar{1}30)$, $g^3(130)$, $a^1(\bar{1}01)$, $a^{1/3}(\bar{2}01)$, $b^{1/3}(\bar{1}\bar{1}1)$. $c^{1/2}(1\bar{1}1)$. Ils présentent les macles de l'albite et de Karlsbad.

Une albite de ce gisement, analysée par Thaulow, a présenté la composition suivante :

Silice	69,00
Alumine	19,43
Chaux	0,20
Soude	11,47
	100,10

Le poids spécifique observé à la balance de Westphal est 2,626.

Digitized by Google

Trois lames minces taillées suivant Sn_g ont donné des angles d'extinction de 18°30′ à 19° par rapport au clivage p (001).

Trois lames minces taillées suivant Tn_p présentent des angles d'extinction de 71°39′ à 72°30′ par rapport à la trace de la macle de l'albite. Sur la seconde série de bandes dont l'image en lumière convergente est légèrement décentrée, les angles d'extinction varient de 72° à 75°.

L'angle de la trace de la macle et de la trace du clivage est de 86° sur Tn_p.

Albite (peristérite) de Saint-Laurence (état de New-York). — Ce minéral provient de calcaires cristallins intercalés dans le gneiss. Il en a été extrait par les acides. Il forme de gros cristaux blancs translucides à reflets opalins.

Le poids spécifique déterminé au moyen de la balance de Westphal a été trouvé égal à 2,633.

Les macles observées sont celles de l'albite, de Karlsbad et de la péricline.

Les faces constatées sont m $(1\bar{1}0)$, g^1 (010), p (001), $b^{1/2}(\bar{1}\bar{1}1)$, $a^1(\bar{1}01)$.

L'angle des axes mesuré avec l'oculaire à réticule mobile et l'objectif à grand angle est environ $2V_j = 77°$.

Trois lames taillées suivant Sn_g ont donné des extinctions variant de 15°30′ à 16°.

Trois lames minces taillées suivant Tn_p ont donné des angles d'extinction variant de 76° à 77° par rapport à la trace de la macle de l'albite. Les angles d'extinction sur la seconde série de bandes (à image moins bien centrée en lumière convergente) ont varié de 79° à 80°. La macle de la péricline bien développée sur ces sections en même temps que la macle de l'albite est parallèle au clivage p, elle fait un angle de 86° avec la trace de la macle de l'albite, et

Digitized by Google

l'extinction, suivant la trace du plan des axes, se fait dans l'angle obtus des deux macles.

Albite de Naresto-Arendal (Norwège). — L'échantillon étudié provient de la collection du Muséum. Il se présente en cristaux drusiques dans du microcline, associé à du quartz et de la muscovite. Il paraît formé aux dépens du microcline. Au microscope on y découvre des inclusions liquides à bulle mobile et même quelques inclusions à deux liquides dont le plus central contient une bulle mobile.

Le poids spécifique déterminé au moyen de la balance de Westphal a été trouvé égal à 2,618.

Les indices déterminés au moyen du réfractomètre, par MM. Michel Lévy et Lacroix, sont :

n_{gj} 1,540
n_{mj} 1,534
n_{pj} 1,532

J'ai fait tailler treize sections minces perpendiculaires aux deux bissectrices. L'une d'elles ne présentant ni macle, ni clivage, a été mise de côté. Six sections Sn_g ont fourni des angles d'extinction par rapport au clivage *p* (001) compris entre 19° et 22°, la moyenne des angles observés est de 20°.

Six sections Tn_p ont donné des angles d'extinction compris entre 71°30′ et 75°. La moyenne des angles observés est de 73°. Ce nombre représente aussi l'angle d'extinction sur les sections qui, en lumière convergente, présentent les images les mieux centrées.

Sur ces sections, l'angle de la trace de la macle et de la trace du clivage *p* (001) est de 85°40′. L'extinction suivant la trace du plan des axes se fait dans l'angle obtus des deux traces de la macle et du clivage.

Digitized by Google

Sur plusieurs sections Sn_g la macle de l'albite se voit en larges bandes dont la trace fait des angles de 0° à 2° par rapport à la direction d'extinction. Celle-ci a lieu dans l'angle aigu des traces de la macle et du clivage.

Sur quelques sections Sn_g en outre du clivage p on aperçoit un second clivage faisant avec celui-ci un angle de 56°.

Albite de Minas Geraes. — Ce minéral provient d'un filon de quartz aurifère de Morro Velho (Minas Geraes), où il est accompagné de pyrrhotine, de calcite, de scheelite et d'apatite. Il est en gros cristaux de plusieurs centimètres de diamètre.

L'analyse faite par M. Gonzaga de Campos a donné les résultats suivants :

Silice	67,38
Alumine	21,28
Chaux	traces
Soude	9,41
Potasse	1,60
Eau	0,31
	99,98

$d = 2,611$

Quatre sections minces taillées suivant Sn_g ont donné des angles d'extinction de 19°30′ et 21°30′.

Quatre sections taillées suivant Tn_p ont donné des angles compris entre 72° et 74°.

Albite de Kirabinsk (Oural). — Cet échantillon est celui dont M. Des Cloizeaux a déterminé les propriétés optiques (1).

Il le décrit comme il suit : gros cristaux blancs, en partie limpides, simples ou maclés des schistes chloriteux de Kirabinsk (Oural).

(1) *Bull. de la Soc. min.*, t. VI, p. 96.

Digitized by Google

Il a trouvé pour l'angle des axes dans l'huile :
autour de n_q

$$2H_{ar} = 83°10' \text{ à } 83°54'$$

$\rho < \nu$ dispersions horizontale et inclinée;

autour de n_p

$$2H_{or} = 107° \text{ environ}$$

$\rho > \nu$ dispersion inclinée.

Il donne :
+ 3°58′ pour l'angle d'extinction sur g^1 (010);
+ 16°30′ à + 21° pour l'angle d'extinction sur p (001);
102°30′ pour l'angle de n_g avec la normale à p.

L'analyse faite par Abich a donné les chiffres suivants :

		Oxygène.	
Silice	68,45	36,51	
Alumine	18,71	9,17	
Fe^2O^3	0,27		
Magnésie	0,18		
Chaux	0,50	0,14	3,08
Soude	11,24	2,81	
Potasse	0,65	0,13	
	100,00		

Rapports d'oxygène 11,94 : 3 : 1,01

Poids spécifique 2,624.

Trois sections taillées suivant Sn_g ont donné des angles d'extinction compris entre 20° et 21°30′.

Cinq sections minces taillées suivant Tn_p ont donné des angles d'extinction compris entre 72°30′ et 73°40′.

Albite de Schmirn (Tyrol). — Les cristaux transparents du Tyrol, étudiés par M. Des Cloizeaux, me paraissent

Digitized by Google

identiques à celui du gisement de Schmirn dont il est ici question. Ils proviennent des fentes des schistes cristallins.

Les formes sont les mêmes que celles de l'albite de Saint-Gothard.

M. Des Cloizeaux donne sur leurs propriétés optiques les indications suivantes :

Angle des axes en lumière rouge dans l'huile :
autour de n_g

$$2H_{ar} = 81°55' \text{ à } 84°$$

$\rho < \nu$ dispersions horizontale et inclinée ;
autour de n_p

$$2H_{or} = 106° \text{ à } 108°$$

$\rho > \nu$ dispersions inclinée et tournante.

Angle d'extinction sur p (001) $+ 3°37'$ à $+ 3°42'$.

Angle d'extinction sur g^1 (010) $+ 19°46'$ à $+ 20°12'$.

Angle de n_g avec la normale à p (001) $= 101°26'$ à $102°$.

Poids spécifique déterminé à la balance de Westphal, 2,612.

Quatre lames minces taillées suivant Sn_g ont donné des angles d'extinction compris entre 18°20′ et 21°30′. La moyenne de ces angles est de 19°40′.

Quatre lames minces taillées suivant Tn_p ont donné des angles d'extinction compris entre 72°30′ et 74°.

La moyenne est de 73°.

Albite de Pfitsch (Valais). — Ces cristaux d'un blanc laiteux tapissent les fentes des schistes cristallins.

Au microscope ce feldspath est criblé de cristallisations de calcite.

Les cristaux présentent le développement et l'agencement des faces habituelles de la péricline.

L'analyse faite par Hidegh a conduit aux nombres suivants :

Digitized by Google

Silice	68,75
Alumine	19,53
Chaux	6,32
Soude	11,04
	99,64

Le poids spécifique de cette albite déterminé par Hidegh est 2.620. Il est évidemment plus exact que le nombre 2.590 qui m'a eté fourni par un essai fait au moyen de la balance de Westphal. Dans ce cas, l'expulsion de l'air interposé entre les lamelles de clivage a présenté de grandes difficultés et probablement n'a pas été complète, ce qui tient sans doute au traitement préalable par l'acide chlorhydrique que les cristaux avaient dû subir. Trois sections minces taillées suivant Sn_g ont offert des angles d'extinction variant de 17 à 19° par rapport au clivage *p* (001), en moyenne 18°. Trois sections taillées suivant Tn_p ont donné des angles de 72° et 75° par rapport à la trace du clivage g^1 (010. La macle de l'albite ne se montre pas. La macle de la péricline est visible. Les deux sections à extinction de 75° montrent en lumière convergente une image décentrée. Quand on redresse la préparation, on diminue la valeur de ces angles jusqu'à 73°30′ environ. On peut considérer l'angle d'extinction comme étant en moyenne de 73°.

Albite de Pfarrerberg, près Zöptau (*Moravie*). — L'albite de cette localité provient d'un schiste amphibolique dont elle tapisse les fentes. Elle est accompagnée de quartz, d'épidote, d'orthose et d'amphibole.

Elle a été étudiée successivement par Des Cloizeaux et par Vom Rath qui en ont décrit les faces et mesuré les angles.

Digitized by Google

Les cristaux que j'ai étudiés optiquement sont transparents, légèrement verdâtres, aplatis suivant g^1 (010), maclés suivant les lois de l'albite et de Karlsbad. Leurs faces dominantes sont p (001), g^1 (018) et a^1 $(\bar{1}01)$ avec m $(1\bar{1}0)$, t (110), g^2 (130) et ^2g $(1\bar{3}0)$. subordonnés. Leur poids spécifique déterminé au moyen de la balance de Westphal a été trouvé égal à 2.626.

On n'y voit au microscope aucune indication de la macle de la péricline.

Trois lames minces taillées suivant Sn_g ont donné des angles d'extinction compris entre 18° et 20°.

Trois lames minces taillées suivant Tn_p ont donné des angles d'extinction compris entre 72° et 73°. Les extinctions de la seconde série de bandes se font de 72°30′ à 74°.

Albite de Modane. — Ce feldspath a été extrait par M. Lacroix, à l'aide de l'acide chlorhydrique, de blocs calcaires tiasiques métamorphisés. Ils proviennent du rocher des Amoureux, près Modane (1).

Ils sont transparents et limpides.

Les cristaux étudiés sont ceux qui, dans cette localité, présentent les formes les plus simples. Ce sont de petites lamelles aplaties suivant g^1, maclées suivant les lois de l'albite et du Roc Tourné.

Ils présentent, très développées, les faces p (001), g^1 (010) et $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$, avec m $(1\bar{1}0)$, t (110), g^2 (130) et ^2g $(1\bar{3}0)$ subordonnées. Cette albite eet extrêmement pure. Elle ne contient que des traces de chaux et de potasse.

L'analyse a donné les chiffres suivants :

(1) Ce rocher fait partie de l'amas du Roc Tourné.

Digitized by Google

		Oxygène
Silice	68,2	36,4
Alumine	19,0	8,9
Soude	13,5	3,4
	100,7	

poids spécifique 2,624; rapport d'oxygène 12,26 : 3 : 1,14.

Cinq lames minces ont été taillées suivant Sn_g. L'une a été écartée comme offrant une image trop décentrée. Les quatre autres ont donné des angles d'extinction de 19° à 20°30′.

Six lames minces taillées suivant Tn_p ont donné des angles d'extinction variant de 70°30′ à 77°. La moyenne des valeurs trouvées est de 74° (1).

Albite d'Albepeyre, près Blesle (Haute-Loire). — Ce feldspath fait partie de la collection du Collège de France où il figure avec le n° 1199. Il provient des veines de pegmatite qui traversent des lits de gneiss amphibolique. Il est en larges lamelles d'un blanc laiteux. On y voit à l'œil nu les stries de la macle de l'albite.

Le poids spécifique des échantillons est compris entre 2.590 et 2.295.

L'analyse donne la composition suivante :

Sur des cristaux aplatis du Roc Tourné, près Modane, qui sont identiques à ceux dont nous nous occupons, M. Des Cloizeaux a déterminé les propriétés optiques suivantes :

Autour de n_g 2 Har = 80° à 82° $v < \rho$ dispersion inclinée et horizontale.
Angle d'extinction sur g^1 (010), + 3° à + 4°.
— — p (010). + 18°34′ à + 20°46′.
Angle de n_g avec la normale à p 101° à 102.

(1) *Bull. de la Soc. min.* t. VI, p. 94.

Digitized by Google

		Oxygène.	
Silice	67,9	36,20	
Alumine	19,4	9,04	
Chaux	2,4	0,68	3,52
Soude	10,9	2,80	
Potasse	0,3	0,04	
	100,9		

Rapports d'oxygène 12,02 : 3 : 1,16.

La teneur élevée en chaux montre que l'on n'a pas affaire à une albite pure, mais à un feldspath triclinique dont les propriétés optiques doivent s'écarter un peu de celles de ce type felspathique.

Cependant, comme chez l'albite, la bissectrice aiguë est n_g. Sa composition et son poids spécifique sont ceux d'une anorthose, mais elle s'écarte de cette catégorie de feldspaths non seulement par le signe de sa bissectrice aiguë mais encore par l'écartement des axes optiques, qui est très grand, voisin de 90°.

Trois lames minces taillées suivant Sn_g ont donné des angles d'extinction compris entre 15° et 16°.

Trois lames minces taillées suivant Tn_p ont donné des angles d'extinction compris entre 76° et 78°.

Albite (olafite) de Snarum. — Cet échantillon est formé de petits cristaux incolores qui accompagnent les gros cristaux, bien connus, d'apatite de Snarum. Les cristaux sont blancs laiteux, translucides, aplatis suivant g^1 (010), maclés suivant les lois de l'albite et de Karlsbad.

Les faces dominantes sont p (001), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$).

Le poids spécifique déterminé au moyen de la balance de Westphal a été trouvé de 2,610.

Digitized by Google

L'écartement des axes mesuré dans l'eau a donné :

$$2\ Aq = 104^\circ$$

d'où l'on tire en prenant 1.534 pour l'indice moyen :

$$2V = 86^\circ 40'$$

l'écartement dans l'iodure de méthylène est :

$$2\ M_a = 76^\circ$$

$$2\ M_o = 84^\circ 30.$$

d'où l'on tire $2V = 84^\circ 50'$

On a $\rho < \nu$ autour de n_g. Dispersions horizontale et inclinée.

Trois lames minces taillées suivant Tn_p ont donné des angles d'extinction de 73° à 74° par rapport à la trace du clivage p (001).

Trois lames minces taillées suivant Sn_g s'éteignent à 20° par rapport à la macle de l'albite.

ANORTHOSES

Anorthose de Quatre-Ribeiras (Terceira). — Ce felspath, étudié en détail dans le *Bulletin de la Société minéralogique* et que j'ai décrit alors comme une albite anormale, a été examiné ici de nouveau au point de vue des extinctions sur les sections perpendiculaires aux bissectrices.

Je rappellerai ici ses principales propriétés.

Il a pour composition :

		Oxygène.	
Silice	68,73	36,66	
Alumine	19,66	9,12	
Chaux	1,12	0,32	2.93
Soude	9,45	2,38	
Potasse	1,37	0,23	
	100,43		

Poids spécifique 2.593. Rapport d'oxygène 12,05 : 3 : 0,96.

Digitized by Google

Ses indices de réfraction ont en moyenne les valeurs suivantes :

n_{gj} 1,5305
n_{mj} 1,5294
n_{pj} 1,5234

L'écartement des axes varie de 41°32′ à 46°40′ ; en moyenne, il a été trouvé égal à 2V = 45°37′40″. Cette petitesse relative de l'écartement des axes, comparée à la valeur de l'écartement chez tous les feldspaths tricliniques, est un caractère qui distingue et caractérise l'anorthose.

n_p est bissectrice aiguë, $\rho > v$.

L'angle d'extinction sur p (001) est + 1° à + 2°
— — g^1 (010) est + 9° à + 9°30′.

Quatre lames minces taillées suivant Tn_g ont donné des angles d'extinction par rapport au clivage p variant de 7° à 9°, la moyenne des valeurs trouvées est de 8°8′.

Quatre lames minces taillées suivant Sn_p ont donné des angles d'extinction de 87° à 89° en moyenne de 88° (1) par rapport à la trace de la macle de l'albite et à celle du clivage g^1 qui est très apparent.

Anorthose de Castello branco, île de Fayal (Açores). — Ce feldspath limpide et transparent, très fendillé, provient, comme toutes les anorthoses des Açores étudiées ici, de roches andésitiques ou trachytiques blanches ou gris verdâtre, dont quelques-unes s'égrènent aisément et permettent d'isoler les minéraux qui en font partie. Dans ces roches, l'anorthose est accompagnée, au premier temps de

(1) Je ferai remarquer que vu la petitesse de l'angle des axes et la teinte sombre qui en résulte pour la section Sn_p, l'angle d'extinction ne se mesure pas avec précision. La désagrégation facile des clivages est encore une cause qui rend délicate l'observation de l'angle d'extinction sur Sn_p.

Digitized by Google

consolidation, d'augite, d'apatite, parfois d'hornblende et de biotite, de magnétite assez fréquente, d'œgyrine.

Les cristaux sont allongés suivant l'arête pg^1 avec très léger aplatissement suivant g^1 (010). Ils sont pauvres en faces et souvent constitués seulement par p (001), g^1 (010) et $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) avec m ($1\bar{1}0$) et t (110) subordonnés.

Le trachyte à anorthose de Castello branco (château blanc) forme, sur la côte sud de Fayal, un promontoire escarpé qui n'est relié à l'île que par une saillie rocheuse rongée par la mer.

Le feldspath en question présente à l'analyse la composition suivante :

		Oxygène.	
Silice	67,7	36,11	
Alumine	19,7	9,16	
Chaux	0,7	0,20	3,32
Soude	11,1	2,78	
Potasse	1,7	0,34	
	100,9		

Poids spécifique 2,597. Rapports d'oxygène 11,83 : 2 : 1,09.

Pour la mesure des indices un prisme a été taillé avec un angle de 59°10′, plan bissecteur perpendiculaire à n_p et arête dirigée suivant n_m. Il a donné les mesures suivantes:

D_{mj}	38°44′30″	n_{mj}	1,5277
D_{pj}	38°15′0″	n_{pj}	1,5220
D_{mr}	38°29′30″	n_{mr}	1,5247
D_{pr}	37°56′30″	n_{pr}	1,5184

Un second prisme a été taillé avec un angle de 54°7′, plan bissecteur perpendiculaire à n_p et arête dirigée suivant n_m (1). Il a donné les mesures suivantes :

(1) Ces conditions ne sont qu'imparfaitement remplies, l'image en lumière convergente est notablement décentrée, il y a donc là une petite cause d'erreur que je crois néanmoins devoir négliger.

Digitized by Google

D_{mj}	33°39	n_{mj}	1,5285
D_{gj}	34°2 30″	n_{gj}	2,5293
D_{mr}	33°45′30″	n_{mr}	2,5254
D_{gr}	33°49′30″	n_{gr}	1.5263

En prenant la moyenne des valeurs n_m et modifiant en conséquence les valeurs de n_g et de n_p il vient :

n_{gj}	1.5289	n_{gr}	1,5260
n_{mj}	1,5281	n_{mr}	1,5251
n_{pj}	1,5224	n_{pr}	1,5187

L'angle des axes mesuré dans l'air donne 2E = 79°.
— — l'eau distillée 2 Aq = 56°.
De la première mesure on déduit : 2V = 49°8′.
De la seconde — 2V = 48°26′.
On a $\rho > \nu$ autour de n_p.

L'angle d'extinction sur le clivage p(001) est d'environ +1°.
— — — g^1(010) — +9°.

Trois sections taillées suivant Sn_p ont donné des angles d'extinction de 86° à 88° par rapport au clivage g^1 qui est très prononcé.

Trois sections taillées suivant Tn_g ont donné des angles d'extinction d'environ 10° par rapport au clivage p (001).

Sur aucune de ces six sections la macle de l'albite n'est apparente, de telle sorte que l'on pourrait croire qu'on a affaire à une sanidine et non à une anorthose, mais dans la poudre résultant du concassage d'un certain nombre de cristaux de ce feldspath la macle de l'albite se montre assez souvent sur les lamelles produites par le clivage p. D'ailleurs la valeur de l'angle des axes, celles des angles d'extinction sur Tn_g et sur g^1 (010), enfin la faible teneur en potasse montrent bien qu'il s'agit ici d'une anorthose.

Digitized by Google

Quand la macle de l'albite est visible, elle est extrêmement fine et disposée par plages sur les bords desquelles elle disparaît insensiblement.

Anorthose de la Grande Caldeira de Terceira (Açores). — Ce feldspath est extrait de blocs friables éboulés au pied de la colonnade trachytique qui enclôt la caldeira du côté sud.

Ce feldspath vitreux, fendillé, appartient au premier temps de consolidation de la roche. Il est accompagné des mêmes minéraux que le précédent. Son aplatissement suivant g^1 est plus prononcé et, de plus, les cristaux sont souvent allongés suivant l'arête verticale, alors les faces m $(1\bar{1}0)$ et t (110) sont très développeés. On y aperçoit aussi les faces a^1 $(\bar{1}01)$, $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$, $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(\bar{1}11)$, p (001) et g^1 (010). La macle de Karlsbad est fréquente dans les cristaux aplatis. La macle de Manebach se montre surtout dans les cristaux allongés suivant pg^1.

La composition de cette anorthose est la suivante :

		Oxygène	
Silice	67,8	36,16	
Alumine	20,0	9,32	
Chaux	0,6	0,17	3,05
Soude	10,5	2,62	
Potasse	1,3	0,26	
	100,2		

Poids spécifique 2.608.

Rapports d'oxygène 11,61 : 3 : 0,98.

Pour la mesure des indices, deux prismes ont été taillés. Le premier possède un angle de 62°47′. Le plan bissecteur est perpendiculaire à n_g et l'arête dirigée suivant n_m. Les mesures obtenues sont les suivantes :

Digitized by Google

D_{mj}	43°	n_{mj}	1,5310
D_{pj}	42°27′30′	n_{pj}	1,5256
D_{mr}	42°47′	n_{mr}	1,5289
D_{pr}	42°14′	n_{pr}	1,5234

Le second prisme possède un angle de 62°13′. Le plan bissecteur est perpendiculaire à n_p et l'arête dirigée suivant n_m (1).

D_{mj}	42°15′30″	n_{mj}	1,5301
D_{gj}	42°20′	n_{gj}	1,5309
D_{mr}	42°3′	n_{mr}	1,5280
D_{gr}	42°8′	n_{gr}	1,5289

En prenant la moyenne des valeurs de n_m et modifiant n_g et n_p en conséquence, on a :

n_{gj}	1,5314	n_{gr}	1,5293
n_{mj}	1,5306	n_{mr}	1,5285
n_p	1,5250	n_{pr}	1,5230

L'écartement des axes a été déterminé par le procédé Mallard, en comparant l'écartement apparent en lumière convergente avec celui des axes de l'anorthose de Castello Branco. Je me suis servi pour cela d'un objectif à grand angle et d'un oculaire micrométrique à réticule mobile. L'écartement, pour le feldspath de la Grande Caldeira, correspond à 166 divisions, tandis qu'il correspond à 187 divisions pour le feldspath de Castello Branco.

On en déduit, pour l'angle des axes cherché :

$$2\,V = 42°56'$$

Trois lames taillées suivant Sn_p ont donné des angles d'extinction de 87° à 88°, soit par rapport à la macle de

(1) Dans ces deux prismes, surtout dans le second, le centrage de l'image en lumière convergente est défectueux, de telle sorte que la détermination de n_g laisse un peu à désirer.

Digitized by Google

l'albite, soit par rapport à la trace du clivage g^1 qui est très prononcé (sur deux exemplaires la macle fait défaut).

Trois lames minces taillées suivant Tn_g ont donné des angles d'extinction de 8° et 9° par rapport au clivage p qui est également très prononcé.

L'angle d'extinction sur p est d'environ + 1°; il est d'environ + 9° sur g^1 (010).

Anorthose de Feteiras (*île de Fayal, Açores*). — Sur la plage de Feteiras, on trouve un sable grossier composé de débris de roches volcaniques diverses et de cristaux isolés provenant de leur désagrégation. Les cristaux de feldspath sont fréquents, on les recueille en même temps que de beaux cristaux d'amphibole d'un brun foncé, quelques cristaux d'augite et d'olivine et beaucoup de petits octaèdres de magnétite.

Presque tous les cristaux de feldspath sont de l'anorthose. Les plus gros ont environ 5 millimètres de long, 2 millimètres de large et autant d'épaisseur. Leur allongement a lieu suivant l'arête pg^1. Ils sont limpides, transparents, vitreux et, le plus souvent, fendillés.

Leur poids spécifique est faible et remarquablement uniforme. Ils s'enfoncent dans un liquide de densité 2,570 et presque tous les grains surnagent dans un liquide de densité 2,575. Quelques-uns présentent la forme très simple p (001), g^1 (010), $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$. Un plus grand nombre présentent en outre les faces m $(1\bar{1}0)$ et t (110). Les macles de Karlsbad et de Manebach sont fréquentes. Ces cristaux ont jusqu'à 1 centimètre de longueur. Ils offrent, au point de vue de la forme, une grande analogie avec les cristaux de Castello Branco.

Un lot de feldspaths de Feteiras d'un poids total de 1gr,5 soumis à l'épreuve des liqueurs denses contenait en outre

Digitized by Google

des cristaux d'anorthose, un cristal de labrador maclé suivant les lois de l'albite et de Karlsbad, de densité 2,670, pesant 20 milligrammes, deux cristaux de bytownite de densité 2,729, pesant 50 milligrammes, et deux cristaux d'anorthite de densité 2,745, pesant 72 milligrammes (1).

L'analyse de l'anorthose de Feteiras a donné les chiffres suivants :

		Oxygène	
Silice	67,67	36,09	
Alumine	9,45	9,07	
Chaux	0,47	0,13	3,18
Soude	9,21	2,38	
Potasse	3,95	0,67	
	100,75		

Poids spécifique moyen 2,572.

Rapports d'oxygène 11,93 : 3 : 1,05.

La teneur élevée en potasse de ce feldspath porte à penser que, parmi les échantillons analysés, il y avait à la fois de la sanidine et de l'anorthose. L'écartement des axes, mesuré dans l'eau distillée, a été trouvé :

$$2\,Aq = 50^\circ$$

d'où l'on tire, en se servant de l'indice moyen 1,5281 de l'anorthose de Castello Branco :

$$2\,V = 43^\circ 20'$$

On a pour cette anorthose $\rho > \nu$, avec dispersion horizontale autour de n_p.

Trois sections minces taillées suivant Tn_g ont donné des angles d'extinction de 9° à 9°30′ par rapport au clivage p (001).

(1) La diversité des feldspaths de ce gisement n'a rien d'étonnant eu égard à la variété des roches dont la désagrégation a produit l'isolement des feldspaths recueillis.

Digitized by Google

Trois sections minces taillées suivant Sn_p ont donné des angles d'extinction d'environ 88° à 89°, par rapport à la trace du clivage g^1 (010) qui est très développé. Les bandes de la macle de l'albite sont d'une finesse telle qu'elles ne peuvent servir de repère (1).

Les sections Tn_g présentent dans une partie de leur étendue un moirage singulier dû à des superpositions inégales d'éléments maclés et diversement orientés.

Anorthose de la serra do Caboco (île de Fayal, Açores). — La serra do Caboco est une chaîne peu élevée qui traverse de l'est à l'ouest la partie nord de Fayal. Elle est composée de roches volcaniques très diverses, les unes basaltiques, les autres andésitiques ou trachytiques. Le feldspath étudié a été recueilli au pied des escarpements, parmi les débris provenant de la désagrégation des roches ponceuses.

Les cristaux appartiennent au même type que ceux de Castello branco et de Feteiras avec un aplatissement plus marqué suivant g^1 (010).

Un lot de ces cristaux a été soumis à l'épreuve des liqueurs denses; son poids total était de 2gr.430, il s'est divisé comme il suit :

Poids spécifiques	Poids des cristaux
2,556	270mm.
2,568	1,120mm.
2,575	1,040mm.

Les différences de poids spécifiques, constatées entre les cristaux séparés, sont petites et doivent être considérées comme rentrant dans les limites des causes d'erreur acci-

(1) Il est probable que les angles constatés sur ces sections sont trop faibles, mais il est très difficile dans ce cas de se rendre compte exactement des imperfections de la taille et des erreurs qu'elles peuvent entraîner.

Digitized by Google

dentelles. Cependant, au microscope, les lames minces de ces cristaux se montrent zonées, ce qui prouve leur hétérogénéité. La macle de l'albite est visible au microscope sur les lamelles provenant du clivage p (001). Les bandes sont d'une délicatesse et d'une finesse extrêmes. Les lames de clivage g^1 sont moirées par superposition d'éléments maclés et aussi par l'effet du zonage.

L'angle des axes, mesuré dans l'eau distillée sur une lame épaisse, est :

$$2\ Aq = 56^\circ$$

d'où l'on déduit, en prenant pour indice moyen celui du feldspath de Castello Branco :

$$2\ V = 48^\circ 26'.$$

Dans l'iodure de méthylène, on trouve pour l'angle des axes :

$$2\ M_a = 42^\circ$$
$$2\ M_o = 109^\circ$$

d'où l'on déduit :

$$2\ V = 47^\circ 30'$$

Il semble cependant que, dans ce gisement, les divers cristaux taillés suivant Sn_p n'aient pas exactement le même écartement d'axes. La plupart des mesures faites à l'aide du procédé Mallard sur des lames minces taillées suivant Sn_p conduisent à des angles 2 V d'environ 43°. Il est vrai que ce procédé est beaucoup moins précis que la mesure directe effectuée avec l'appareil ordinaire.

Trois lames minces taillées suivant Tn_g ont donné des angles d'extinction de 88° à 89° par rapport au clivage g^1 (010). L'angle des deux clivages est d'environ 88°30'.

Anorthose de Flamengos (île de Fayal, Açores). — Au pied des escarpements qui bordent le ravin de Flamengos, on

Digitized by Google

observe un sable détritique où l'on recueille des petits cristaux d'anorthose transparents et vitreux, plus petits que ceux des gisements précédents, mais également limpides, et affectant les mêmes formes. Comme sur les autres anorthoses des Açores, on aperçoit à la loupe, sur la base, les cannelures de la macle de l'albite.

Les cristaux de Flamengos ont un poids spécifique compris entre 2,578 et 2,588.

L'angle des axes, mesuré dans l'eau distillée a été trouvé :

$$2\ Aq = 55^\circ$$

d'où l'on déduit, en partant de l'indice moyen 1,5281 :

$$2\ V = 47^\circ 38'$$

Dans l'iodure de méthylène d'indice 1,694, on trouve :

$$2\ M_a = 42^\circ.$$

et

$$2\ M_o = 110^\circ.$$

d'où l'on déduit :

$$2\ V = 47^\circ 16'$$

Cependant les mesures faites par le procédé Mallard sur les lames minces normales à n_p montrent que c'est parmi les lamelles du feldspath de Flamengos que l'on trouve l'anorthose des Açores, possédant le plus petit écartement d'axes. L'écartement minimum évalué ainsi, a été trouvé égal à 41°17'.

Trois lames minces taillées suivant Tn_g ont donné des angles d'extinction de 7°30' à 9° par rapport à la trace du clivage p.

Trois lames minces taillées suivant Sn_p ont donné des angles d'extinction d'environ 88° par rapport à la trace du clivage g^1 (010) qui est très marqué.

L'angle des deux clivages est de 88°30' sur la section Sn_p.

Digitized by Google

Anorthose de Pantellaria. — Ce feldspath, signalé et décrit par Förstner [1], paraît offrir d'importantes variations suivant le point exact de sa provenance. L'échantillon que j'ai fait tailler en lames minces perpendiculaires aux bissectrices provient de Cuddia mida. Il est limpide, vitreux, chargé d'inclusions d'augite, de magnétite et de matière vitreuse brune.

Une analyse de M. Förstner a donné pour sa composition les nombres suivants :

Silice	66,63
Alumine	19,76
Fe^2O^3	0,72
Chaux	0,38
Magnésie	0,30
Soude	7,31
Potasse	4,86
	99,96

Le poids spécifique a été trouvé compris entre 2,547 et 2,582 (Förstner).

Trois sections, taillées suivant Tn_g, ont donné des angles d'extinction de 3 à 4° par rapport au clivage *p*. Ces sections se montrent zonées et fortement moirées par suite de superpositions inégales d'éléments de macle.

Trois sections, taillées suivant Sn_p ont donné des angles d'extinction de 86 à 88° par rapport à la trace de la macle de l'albite. Le quadrillage produit par les deux macles (albite et péricline) dont les traces sont visibles sur la section, est très apparent. Les traces des deux macles font entre elles un angle de 88° environ.

(1) Zeits. f. Kryst., t. VIII, p. 125.

Digitized by Google

Anorthose de Porto Scuso (*Sardaigne*). — Cet échantillon, que je dois à l'obligeance de M. le professeur Lovisato, se compose de petits cristaux plus ou moins brisés recueillis dans un tuf trachytique. Ils ne contiennent généralement pas d'autre impureté que quelques inclusions vitreuses d'un brun clair, et encore il est facile de faire un choix de cristaux absolument dépourvus de toute matière étrangère.

Les cristaux appartiennent à deux types : les uns sont allongés suivant pg^1 et présentent les mêmes formes que ceux du Castello Branco ; les autres sont aplatis suivant g^1 (010) et sont plus riches en formes. Ils présentent les faces m $(1\bar{1}0)$, t (110), g^2 (130), ^2g $(1\bar{3}0)$, p (001), g^1 (010), a^1 $(\bar{1}01)$, $a^{1/3}$ $(\bar{2}01)$, $b^{1/2}$ $(\bar{1}11)$, $c^{1/3}$ $(1\bar{1}1)$, et les macles de Karlsbad et de Manebach. Ils ont en moyenne 2 millimètres dans le sens de leur plus grande dimension.

142 cristaux ont été soumis à l'épreuve des liqueurs denses.

Dans un liquide de densité 2,587, tous ont flotté, sauf deux qui sont tombés rapidement. Ces deux cristaux devaient leur chute à des inclusions exceptionnelles de magnétite.

Les autres cristaux se sont séparés comme il suit :

Poids spécifiques.	Nombre des cristaux.
2,587 à 2,582	129
2,582 à 2,570	4
2,570 à 2,565	5
2,565 à 3,563	2

Le poids spécifique de la matière soumise à l'analyse déterminé par la méthode du flacon, a été trouvé égal à 2,5824.

L'analyse a donné les chiffres suivants :

Digitized by Google

		Oxygène.	
Silice	68,3	36,42	
Alumine	19,5	9,07	
Chaux	traces		
Soude	7,1	1,78	2,93
Potasse	5,7	1,14	
	100,6		

Rapports d'oxygène 12,04 : 3 : 0,97.

Ce feldspath est remarquable par l'absence de la chaux et par sa richesse en potasse ; on serait, à cause de ces faits, tenté d'y voir une sanidine, si d'autre part les caractères optiques n'en faisaient nettement une anorthose. Il est possible cependant que l'analyse ait porté sur un mélange de cristaux de sanidine et d'anorthose sensiblement de même densité. L'écartement des axes mesuré dans l'eau distillée est

$$2Aq = 55°$$

d'où, en prenant $n_m = 1,5281$, on déduit : $2V = 47° 38'$.

Quand on écrase les cristaux pour obtenir des lamelles de clivage, on observe un grand nombre de lamelles suivant p (001) et suivant g^1 (010). Aucune des sections p ne montre la macle de l'albite, mais on remarque que l'extinction ne s'y fait pas nettement, elle est ondulante. L'angle d'extinction ne dépasse pas 1 degré sur p (001) et il est de 9° sur g^1 (010).

Trois sections taillées suivant Tn_g ont donné des angles d'extinction de 9°.

Sur trois sections taillées suivant Sn_p une seule a présenté un grillage extrêmement fin produit par les macles de l'albite et de la péricline s'entrecroisant sous un angle d'environ 80°.

Les deux clivages p et g^1 sont très marqués.

Digitized by Google

L'angle d'extinction, déterminé par rapport à la trace du clivage g^1, a été trouvé de 88 à 89°.

Ce qui différencie ce feldspath d'une sanidine, c'est :

1° Le grillage que l'on aperçoit bien qu'exceptionnellement sur Sn_p ;

2° La valeur de l'angle 2V, caractéristique du groupe des anorthoses, et plus grande que chez les sanidines;

3° L'angle d'extinction sur Tn_g très caractéristique des anorthoses;

4° L'angle d'extinction sur Sn_p bien que la difficulté de sa détermination exacte lui enlève en partie son importance.

En somme, le feldspath de Porto Scuso peut être cité comme un exemple de ces anorthoses qu'il est facile de confondre avec des sanidines.

Anorthose de Cliergue (*Mont Dore*). — Ce feldspath provient d'une couche de cendres surmontée d'un amas andésitique scoriacé, remarquable en ce qu'on y observe à la fois les caractères d'une roche andésitique acide et des cristaux d'olivine qui sont ordinairement l'apanage des roches basiques.

La couche de cendres en question est essentiellement composée de petits fragments ponceux, de cristaux de feldspath vitreux et fendillé en petites lamelles aplaties suivant g^1 (010), de cristaux noirâtres d'augite allongés suivant h^1g^1 (100) (010), de grains arrondis d'olivine, de magnétite abondante et de lamelles d'un mica brun foncé à deux axes écartés. (L'angle des axes de ce mica est de 68° dans l'air, d'où l'on déduit, en prenant 1,606 pour son indice moyen, 2V = 41°).

Les feldspaths de cette cendre ne sont pas homogènes. L'épreuve des liqueurs denses montre que leur poids spé-

Digitized by Google

cifique varie de 2,570 à 2,620, mais cette épreuve n'est pas catégorique.

Il est impossible de faire une séparation nette entre les cristaux d'inégale densité, attendu que leur état lamelleux et fendillé, la facilité de leurs clivages p et g^1 font que dans le lot qui flotte dans les liqueurs les moins denses on reconnaît sans peine des cristaux qui, d'après leurs propriétés optiques, devraient s'y enfoncer. L'examen optique des faces naturelles d'aplatissement g^1 (010) montre qu'ils appartiennent surtout à deux catégories de feldspath. Les uns sont relativement très biréfringents et sensiblement normaux à une bissectrice obtuse n_g. Ce sont des anorthoses. Les autres moins vivement teintés offrent au contraire en lumière convergente une image légèrement décentrée, ce sont des oligoclases-andésines.

Cette distinction est confirmée par l'examen des lamelles de clivage p qui dans le cas de l'anorthose s'éteignent sous un angle voisin de 85°, tandis que dans le cas de l'oligoclase-andésine l'extinction se fait sous un angle inférieur à 80°.

Dans les deux feldspaths, la macle de l'albite présente du reste des caractères très différents qui les font immédiatement reconnaître. Les bandes de la macle chez l'anorthose sont fines et souvent limitées au centre de la section sans délimitation précise. Dans l'oligoclase-andésine, au contraire, elles sont accentuées, plus larges et s'étendent d'un bord à l'autre.

Enfin, quand on rencontre des sections perpendiculaires à n_p (ce qui se présente quelquefois pour l'anorthose, plus rarement pour l'oligoclase-andésine), la distinction s'opère de suite, à cause du petit angle des axes dans l'anorthose et du grand angle dans l'oligoclase-andésine.

Un examen minutieux de ce genre est assurément long

Digitized by Google

et pénible, mais il est nécessaire pour éclairer la question.

Nous avons dit que le procédé ordinaire de séparation par les liqueurs denses avait montré la diversité des feldspaths de la roche. Il en résulte que l'analyse effectuée, par exemple sur un mélange de lamelles ayant en moyenne un poids spécifique égal à 2,577, ne conduit pas à la composition de l'anorthose, et l'on obtient des résultats différents suivant le soin que l'on apporte à l'examen optique préalable et au triage forcément incomplet des cristaux traités.

Comme preuve du fait, je citerai deux analyses faites dans ces conditions, dont je mets les chiffres en regard, l'une portant sur l'ensemble des feldspaths de la roche, l'autre sur les cristaux de poids spécifique moyen 2,577 :

Silice	64,4	67,1
Alumine	21,7	21,3
Chaux	1,8	1,4
Magnésie	0,3	traces
Soude	8,2	7,8
Potasse	3,6	3,5
	100,0	101,1

La seconde conduit aux rapports d'oxygène 10,83:3:0,92. On est donc encore loin de la composition de l'anorthose intacte.

Ces analyses révèlent sûrement :

1° Que le mélange recueilli est hétérogène ;

2° Que l'anorthose y prédomine par rapport à l'oligoclase-andésine à peu près dans la proportion de 3 à 2 (1) ;

(1) Il serait facile de se livrer à des calculs spécieux pour déterminer les proportions de sanidine, d'albite et d'anorthite de ces mélanges. mais j'attache dans ce cas d'autant moins d'importance à des calculs de ce genre que les cristaux renferment des petites enclaves ponceuses dont la présence trouble encore les résultats et rend véritablement toute spéculation numérique illusoire.

Digitized by Google

3° Que l'on peut enrichir le mélange en anorthose en éliminant les éléments les plus denses, mais sans pouvoir se débarrasser entièrement de l'oligoclase-andésine.

On constate aisément sur les cristaux d'anorthose que l'angle d'extinction sur g^1 est de $+ 9°$ et l'angle d'extinction sur p d'environ $+ 1° 30'$.

L'écartement des axes peut également être mesuré.

En employant le procédé Mallard, comme il a été dit à propos de plusieurs des anorthoses précédemment étudiées, on trouve :

$$2V = 42° 20'$$

Anorthose de Vidalenc (*Mont-Dore*). — Cet échantillon a été recueilli dans un amas scoriacé à magma vitreux d'un gris clair que l'on rencontre sur la route de Latour, à environ trois kilomètres du mont Dore, près du pont sous lequel passe le ruisseau de Vidalenc. Les gros cristaux de feldspath de la roche ont pour la plupart plusieurs millimètres de long, ils sont vitreux, fendillés, très friables, sans aplatissement ni allongement bien marqués. La macle de Karlsbad y est fréquente. Les plus petits, au contraire, sont très allongés suivant l'arête pg^1, maclés également suivant la loi de Karlsbad, et ressemblent à de grands microclites. La roche, très friable, se laisse aisément désagréger.

Les gros cristaux sont de l'anorthose, les autres sont de l'oligoclase-andésine.

La macle de l'albite ne se voit pas sur toutes les sections de cette anorthose où l'on pourrait la rencontrer. Elle paraît faire même assez souvent défaut, de telle sorte que l'on pourrait bien se trouver là en présence d'un mélange de cristaux de sanidine et d'anorthose, ou plus probablement encore en présence de cristaux complexes de ces

Digitized by Google

deux feldspaths, offrant tous les degrés possibles d'association. Cependant, les extinctions que j'ai constatées sur p et sur g^1, ainsi que sur les sections perpendiculaires aux bissectrices, sont celles de l'anorthose et non celles de la sanidine. Quant à l'angle des axes, nous verrons ci-après qu'il range le feldspath en question dans les anorthoses, tout en le rapprochant de la sanidine. L'angle des clivages p (001) et g^1 (010) est de 90°38′.

L'analyse du feldspath en grands cristaux a fourni les chiffres suivants :

		Oxygène.	
Silice	66,9	35,68	
Alumine	19,8	9,21	
Chaux	1,3	0,37	3,17
Soude	7,6	1,90	
Potasse	4,5	0,90	
	100.1		

Poids spécifique 2.567.

Rapports d'oxygène 11,63 : 3 : 1,03.

Pour la détermination des indices de réfraction, un parallélipipède a été taillé avec faces perpendiculaires aux deux bissectrices et deux prismes ont été pris aux dépens de ce parallélipipède.

Le premier prisme possède un angle de 60°56′, le plan bissecteur est perpendiculaire à n_p et l'arête dirigée suivant n_m. Il a donné les mesures suivantes :

D_{gj}	40°33′30′	n_{pj}	1,5272
D_{mj}	40°29′	n_{mj}	1,5264
D_{gr}	40°21′	n_{gr}	1,5249
D_{mr}	40°17′	n_{mr}	1,5241

Digitized by Google

Le second prisme possède un angle de 53°47′, le plan bissecteur est perpendiculaire à n_g et l'arête dirigée suivant n_m. Il a donné les mesures suivantes :

D_{mj}	33°33′30″	n_{mj}	1,5267
D_{pj}	33°11′30″	n_{pj}	1,5215
D_{mr}	33°22′30″	n_{mr}	1,5241
D_{pr}	33°0′	n_{pr}	1,5188

Un troisième prisme a été taillé comme moyen de contrôle, de façon que le plan bissecteur soit perpendiculaire à un axe optique. Le but proposé n'a pas été tout à fait atteint, car il y a encore deux spectres, mais dont les déviations ne diffèrent que de 2′. L'angle du prisme est de 64°8′.

D_{mj}	44°10′	n_{mj}	1,5267
—	44°12′	—	1,5271

D'où l'on peut déduire en moyenne pour les indices ci-dessus :

n_{gj}	1,5272	n_{gr}	1,5249
n_{mj}	1,5266	n_{mr}	1,5241
n_{pj}	1,5215	n_{pr}	1,5188

On a pour l'angle des axes mesuré dans l'air :

$$2\,E = 50°$$

d'où l'on tire :

$$2\,V = 32°8'.$$

On a aussi :

$$2\,Aq = 36°30'$$

d'où :

$$2\,V = 31°50'.$$

On a $\rho > \nu$ autour de n_p, bissectrice négative et dispersion horizontale.

L'angle d'extinction sur p (001) est de + 1° à + 2°, l'angle d'extinction sur g^1 (010) d'environ + 10°.

Digitized by Google

Deux lames minces taillées suivant Sn_p ont donné des angles d'extinction de 89°. Trois lames minces taillées suivant Tn_g ont donné des angles d'extinction de 9°30′.

L'anorthose de Vidalenc renferme le feldspath calco-sodique et la biotite à l'état d'enclaves; elle est riche en inclusions vitreuses.

La composition de cette anorthose, la faible valeur relative de ses indices, la petitesse également relative de l'écartement des axes montrent qu'elle se rapproche plus de la sanidine que les anorthoses précédemment décrites.

L'oligoclase-andésine qui l'accompagne est caractérisée par un angle d'extinction de 77° sur Sn_p et un angle de 5° à 6° sur Tn_g.

L'écartement des axes est voisin de 90°.

Anorthose de Raschgoun, côte d'Algérie. — Ce feldspath, que je dois à l'obligeance de M. Vélain, qui l'a étudié et décrit (1), ressemble beaucoup à celui de Vidalenc, mais se trouve en plus gros individus.

Il provient d'un amas trachytique scoriacé semblable à celui de Vidalenc. La macle de Karlsbad y est commune, celle de l'albite au contraire n'y est pas visible. L'angle de p (001) sur g^1 (010) est très voisin de 90° (exactement de 90°26′). On comprend donc que M. Vélain l'ait considéré comme une sanidine. Cependant, sa teneur notable en chaux indique déjà que ce n'est pas une sanidine normale.

L'analyse faite par M. Vélain donne les chiffres suivants :

(1) VÉLAIN. — Étude microscopique et chimique d'une orthose sodique de l'île Raschgoun. (*C. R.*, 8 juin 1874.)

Digitized by Google

		Oxygène	
Silice	66,72	35,58	
Alumine	19,73	9,18	
Chaux	2,20	0,63	3,28
Magnésie	0,10		
Soude	7,63	1,91	
Potasse	3,91	0,74	
	100,29		

Poids spécifique 2,560.

Rapports d'oxygène 11,63 : 3 : 1,06.

La mesure des indices moyens pour le jaune et le rouge a été effectuée à l'aide d'un prisme de 61°19′, taillé de telle sorte que son plan bissecteur est perpendiculaire à un axe optique (1). On n'observe qu'un seul spectre. Les mesures effectuées donnent :

D_{mj}	41°4′30″	n_{mj}	1,5282
D_{mr}	40°48′30″	n_{mr}	1,5253

On a pour l'écartement des axes mesuré dans l'air :

$$2\,E = 63^\circ \quad \text{en lumière jaune,}$$

d'où

$$2\,V = 40^\circ 2'.$$

Cette valeur de l'angle des axes et l'angle des clivages p (001) et g^1 (010) = 90°26′, suffisent pour caractériser ce feldspath comme anorthose, bien que les extinctions soient plutôt celles de la sanidine.

On a $\rho > v$ et dispersion horizontale autour de n_p.

L'angle d'extinction sur p (001) est de 1°.

— — g^1 (010) de moins de 5°.

— — $Sn_p = 88^\circ$ à 89° sur deux sections.

— — $Tn_g = 4^\circ$ à 5° —

(1) Ce prisme pèse 1 centigramme.

Digitized by Google

Les extinctions sur Tn_g sont à peu près celles de la sanidine, mais elles sont roulantes, ce qui montre que l'on a affaire à une superposition de lamelles diversement orientées et d'une extrême minceur.

Anorthose de Liberté (*Haute-Loire*). — La roche d'où ce feldspath a été extrait est une phonolithe à œgyrine recueillie par M. Boule.

Le feldspath est limpide, vitreux.

L'analyse a fourni les chiffres suivants :

		Oxygène.	
Silice	68,0	36,3	
Alumine	20,1	9,3	
Chaux	0,6	0,2	3,0
Soude	10,1	2,5	
Potasse	1,2	03,	
	100,0		

Poids spécifique 2,592.

Rapports d'oxygène 11,71 : 3 : 0,97.

L'angle des axes mesuré par le procédé Mallard en employant un objectif à grand angle mouillé de glycérine et un oculaire micrométrique à réticule mobile a donné, par comparaison avec l'anorthose de Castello branco :

$$2\,V = 49°14' \quad (1).$$

(1) Le nombre de $2\,V = 55°20'$, inscrit dans la thèse de M. Boule, a été obtenu avec un oculaire gradué comprenant un petit nombre de divisions et un objectif n° 7 de Nachet, il est moins précis que le nombre ci-dessus et doit être rejeté.

Digitized by Google

Microclines-anorthoses.

Microcline-anorthose de Molompise (Cantal).

N° 1056 de la collection du Collège de France et n° 1150.)

Ce feldspath d'un blanc laiteux, à stries de macle visibles à l'œil nu, provient, comme l'oligoclase et l'andésine de la même localité précédemment étudiées, de veines de pegmatite qui coupent un massif de gneiss amphibolique.

Les produits accessoires contenus dans ce feldspath sont tellement abondants qu'il est impossible de songer à en faire l'analyse ou même d'en obtenir approximativement le poids spécifique. En effet, on y aperçoit des enclaves d'oligoclase, des plages et des filonnets de quartz, des filonnets d'albite.

Les enclaves d'oligoclase offrent des contours irréguliers. L'oligoclase y est maclé suivant la loi de l'albite, il présente une bissectrice aiguë n_p et les extinctions propres à ce feldspath sur les sections perpendiculaires aux bissectrices.

L'albite, finement maclé, a en général ses bandes de macle uniformément normales à la trace du clivage *p* (001) de l'anorthose qui l'enclave. Parmi ces filonnets, les uns suivent à peu près les fentes du clivage qu'ils remplissent en général incomplètement de manière à ressembler à des fibres végétales allongées dans le même sens ; les autres en continuation avec celles-ci sont plus développées et tout à fait irrégulières ; elles coupent obliquement le clivage *p*.

L'angle des axes a été déterminé à l'aide du procédé Mallard en employant un objectif à grand angle mouillé de glycérine et un oculaire micrométrique à réticule mobile. Les 213 divisions qui mesurent l'écartement en question correspondent à $2V = 56°8'$.

Digitized by Google

Trois lames minces ont été taillées suivant Tn_g ; elles montrent avec grande netteté le clivage p qui est très marqué, les filonnets d'albite qui offrent les caractères ci-dessus indiqués et dans l'intervalle de ces filonnets une macle à bandes fines. La trace de cette macle et celle du clivage p font entre elles un angle de 73°. L'extinction se fait dans leur angle obtus sous un angle de 5 à 8° par rapport à la trace du clivage p.

Trois lames minces taillées suivant Sn_p ne montrent ni la macle de l'albite, ni celle de la péricline, mais seulement le clivage p, les filonnets de quartz et d'albite et les enclaves d'oligoclase. L'angle d'extinction avec la trace du clivage p varie de 1 à 3°.

Microcline-anorthose du Groenland. — Ce feldspath provient d'une pegmatite. Il est verdâtre translucide.

Les deux clivages p (001) et g^1 (010) sont l'un et l'autre très nets. Parallèlement au clivage g^1 s'étendent sur Sn_p des inclusions en fuseaux à macle multiple dont les bandes sont normales à l'allongement des fuseaux. Elles forment un angle de 73° avec la trace du clivage p sur la section Tn_g.

L'angle des axes mesuré dans l'eau distillée a été trouvé

$$2\,Aq = 74°$$

d'où

$$2\,V = 63°36'$$

Dans l'iodure de méthylène, on a :

$$2\,M = 54°30'$$

d'où

$$2\,V = 62°8'.$$

Deux sections taillées suivant Sn_p s'éteignent sous un angle de 88°.

Deux sections taillées suivant Tn_g s'éteignent sous un angle de 7°.

Digitized by Google

TABLEAU

LIEU DE PROVENANCE	POIDS spécifique.	SILICE	ANGLES des faces du cristal avec sections perpendiculaires aux bissectrices.
			ANG
Somma	2,745	43,96	$p\,Tn_g = 35°35'$ $p\,Sn_p = 53°14'$ $g^1Tn_g = 50°57'$ $g^1Sn_p = 58°1'$
Saint-Clément	2,743	»	»
Etna	2,748	44,1	$p\,Tn_g = 34°35'$ $p\,Sn_p = 53°$ $g^1Tn_g = 49°40'$ $g^1Sn_p = 57°48'$
Obock	2,734	»	»
Nouvelle-Calédonie	2,732	»	»
			BYTO
Somma	2,725	»	»
Saint-Clément	»	»	»
			LABRADO
Cônes de Capello (Fayal)	2,710	53,4	$p\,Sn_g = 49°$ $p\,Tn_p = 66°$ $g^1Tn_p = 71°$
Lave de Capello (Fayal)	2,705	54,2	»
Vellas (Saint-Jorge)	2,705	53,3	»
La Besseyre (Ardèche)	2,698	54,5	$p\,Sn_g = 50°$ $p\,Tn_p = 64°$
Santa-Ursula (Saint-Jorge)	2,708	»	»
Calheta (Pico)	2,705	»	»
Riberinha (Fayal)	2,704	»	»
			LABR
Santa Lucia (Pico)	2,695	55,4	$p\,Sn_g = 54°$ $p\,Tn_p = 74°$ $g^1Tn_p = 79°$
Lave de 1720 (Pico)	2,698	55,9	$p\,Sn_g = 50°25'$

Digitized by Google

SUMÉ

ISSECTRICE aiguë.	DISPERSION sur section perpendic. à np.	EXTINCTION sur section perpendic. à np.	EXTINCTION sur section perpendic. à ng.	INDICE moyen.	ANGLES des macles d'albite et péricline sur section perpendic. à np.	ANGLE d'extinction sur p (001)	ANGLE d'extinction sur g^1(010).
E							
n_p	$\rho < \nu$	56°	48°	1,582	»	— 36°	— 40°
n_p	»	54° 30′	47° 30′	1,581	»	»	»
n_p	»	56°	48°	»	66°	— 37°	— 43°
n_p	»	53° 30′	48° 30′	»	64°	»	»
»	»	57°	49°	»	»	»	»
n_p	$\rho < \nu$	57°	42°	»	»	»	»
n_p	»	57°	42°	»	»	»	»
WNITE							
n_g	$\rho < \nu$	58°	32°	1,564	78°	— 12°	— 28°
»	»	58°	35°	»	»	— 12° 30′	— 27°
»	»	59°	33°	1,563	»	— 8°	— 21° 30′
»	»	59°	31°	»	»	»	»
»	»	58°	34°	»	»	»	»
»	»	59° 30′	34°	»	»	»	»
»	»	58°	32°	»	»	»	»
n_g	$\rho < \nu$	59° 30′	21°	1,559	82°	— 6°	— 20°
»	»	59°	21°	1,558	»	— 5°	— 20°

Digitized by Google

LIEU DE PROVENANCE	POIDS spécifique.	SILICE	ANGLES des faces du [illegible] avec sections perpendic[illegible] aux bissectri[illegible]
			LA[illegible]
Grande cavité de Pico.	2,696	54,9	$p\,Sn_g = 54°$ [illegible] $p\,Tn_p = 74°$ $g^1Sn_g = 31°$ $g^1Tn_p = 84°$
Versant ouest du pic de Pico	2,698	»	»
Chenavary (Ardèche)	2,694	»	»
			A[illegible]
Rochesauve (Ardèche).	2,685	58,7	»
Marmagne (Saône-et-Loire)	2,670	55,7	$p\,Sn_g = 73°$ [illegible]
Saint-Raphaël (Var).	2,678	57,0	$p\,Sn_g = 63°$
Francheville (Rhône)	2,680	57,2	$p\,Sn_g = 69°$
Bodenmais (Bavière)	2,665	58,2	$p\,Sn_g = 68°$
Molompise (Cantal)	2,670	»	»
Snarum	2,665	»	»
			OLIGOCLA[illegible]
Alagnon (Haute-Loire) (N°s 1120 et 1163) .	2,642	62,4	»
Salem	2,645	61,3	$p\,Tn_g = 72°$
Château Richer.	2,655	»	$p\,Tn_g = 71°$
Kyrkslatt.	2,646	»	$p\,Tn_g = 71°$
Tvedestrand	2,654	»	$p\,Tn_g = 79°$
			OLI[illegible]
Backersville	2,647	62,6	»
Colton (n° 1 II).	2,636	65,0	»
Mineral hill	2,640	63,2	»
Mexique ?	2,642	64,3	»
Buö	2,640	64,3	»
Guyane française	2,641	»	»
Molompise (Cantal)	2,637	»	»
			OLIGOCLAS[illegible]
Colton (n° 9 I)	2,640	64,8	$p\,Tn_g = 88°$
Ramfoss	2,634	»	»
Mörefjörd	2,636	65,6	$p\,Sn_g = 86°$
Oedegarden	2,637	»	»
Arendal	2,640	63,5	$p\,Tn_g = 87°$
Zillerthal.	»	»	»

Digitized by Google

SECTRICE aiguë.	DISPERSION sur section perpendic. à np.	EXTINCTION sur section perpendic. à np.	EXTINCTION sur section perpendic. à ng.	INDICE moyen.	ANGLES des macles d'albite et péricline sur section perpendic. à np.	ANGLE d'extinction sur p (001).	ANGLE d'extinction sur g^1 (010)
Suite).							
n_g	$\rho < \nu$	»	»	1,558	»	»	»
»	»	58° 30′	23°	»	»	»	»
»	»	59°	21°	»	»	»	»
n_g	$\rho > \nu$	»	8°	1,553	85° 30′	— 2° 30′	— 10°
»	»	65° 30′	»	»	»	— 2° 30′	— 11°
»	»	65° 30′	8°	»	86°	— 2° 30′	— 9°
»	»	67° 30′	7° 30′	»	»	— 2° 30′	— 11°
»	»	68°	8° 30′	»	86° 30′	— 3°	— 8°
»	»	65° 30′	9° 30′	»	»	»	»
»	»	68°	11°	»	»	»	»
BINE							
n_p	$\rho > \nu$	71°	2°	»	»	»	»
n_p	$\rho > \nu$	74° 30′	4°	»	85° 30′	+ 2°	+ 4°
»	$\rho > \nu$	74° 30′	4°	»	»	+ 2°	+ 7°
»	$\rho > \nu$	78°	1°	»	86°	+ 2°	+ 2°
»	»	78°	4°	»	86°	+ 1° 30′	+ 3°
E							
n_p	$\rho > \nu$	88°	3°	1,543	87°	+ 1°	+ 7° 30′
»	»	88°	4°	»	»	+ 2°	+ 9° 30′
»	»	87°	7° 30′	»	»	+ 2°	+ 8°
»	»	87°	6°	1,542	»	»	»
»	$\rho > \nu$	89°	6°	»	»	+ 1° 30′	7°
»	»	88° 30′	4° 30′	»	86°	+ 1° 30′	6°
»	»	85° 30′	1°	»	»	»	»
ITE							
n_g	$\rho > \nu$	84° 30′	9° 30′	»	»	+ 3° 30′	+ 10°
»	»	85°	12°	»	»	»	»
»	»	84° 30′	10° 30′	»	86°	+ 1°	+ 11°
»	»	85°	10° 30′	»	»	»	»
»	»	81° 50′	11° 30′	»	»	+ 1°	+ 11°
»	»	86°	8° 30′	»	87°	»	»

Digitized by Google

LIEU DE PROVENANCE	POIDS spécifique.	SILICE	ANGL… des faces d… avec… sections perp… aux bisse…
Amelia	2,614	»	$p\,Sn_g$ = …
			$t\,Sn_g$ = …
			$p\,Tn_p$ = …
			$g^r Tn_p$ = …
Saint-Gothard	2,626	»	»
Saint-Laurence	2,633	»	»
Narestö	2,617	»	»
Minas Geraes	2,622	»	»
Kirabinsk	2,619	68,5	$p\,Sn_g$ = …
Schmirn	2,612	»	$p\,Sn_g$ = …
Pfitsch	2,590	»	»
Pfarrerberg	2,626	»	»
Modane	2,624	68,2	$p\,Sn_g$ = …
Albepeyre (Haute-Loire)	2,592	67,9	»
Snarum	2,610	»	$p\,Sn_g$ = …
			A…
Quatro Ribeiras (Terceira)	2,593	»	»
Castello Branco (Fayal)	2,597	67,7	»
Grande Caldeira (Terceira)	2,608	67,8	»
Feteiras (Fayal)	2,572	67,7	»
Serra do Caboco (Fayal)	2,568	»	»
Flamengos (Fayal)	2,583	»	»
Pantellaria	»	»	»
Porto Scuso	2,585	68,3	»
Cliergue (Puy-de-Dome)	2,577	67,1	»
			MICROCLI…
Molompise (Cantal) (Nos 1056 et 1150)	2,550	»	»
Grœnland	2,582	»	»
			MIC…
Guyane	2,576	65,5	$p\,Tn_g$ = 81°…
			$g^r Tn_g$ = 18°
			$p\,Sn_p$ = 84°

Digitized by Google

ECTRICE aiguë.	DISPERSION sur section perpendic à np.	EXTINCTION sur section perpendic. à np.	EXTINCTION sur section perpendic. à ng.	INDICE moyen.	ANGLES des macles d'albite et péricline sur section perpendic. à np.	ANGLE d'extinction sur p (001)	ANGLE d'extinction sur g^1(010).
n_g	$\rho > \nu$	77°	19°	»	»	»	19° 30′
»	»	72°	18° 30′	»	»	»	»
»	»	76° 30′	16°	»	»	»	»
»	»	73°	20°	1,534	»	»	»
»	»	73°	20° 30′	»	»	»	»
»	»	73°	20° 30′	»	»	+ 4°	+ 18°
»	»	73°	20°	»	»	+ 4°	+ 20°
»	»	73°	18°	»	»	»	»
»	»	72° 30′	19°	»	»	»	»
»	»	74°	19° 30′	»	»	+ 3° 30′	+ 19° 30′
»	»	77°	15° 30′	»	»	»	»
»	»	73° 30′	20°	»	»	+ 4°	+ 20°
BE							
n_p	$\rho > \nu$	88°	8°	»	»	+ 1° 30′	+ 9°
»	»	87°	10°	1,528	»	+ 1°	+ 9°
»	»	87° 30′	8° 30′	1,528	»	+ 1°	+ 9°
»	»	88° 30′	9°	»	»	»	»
»	»	88° 30′	9°	»	»	»	»
»	»	88°	8° 30′	»	»	»	»
»	»	87°	»	»	»	+ 3°	+ 8°
»	»	88° 30′	9°	»	»	+ 1°	+ 9°
»	»	89°	»	»	»	+ 1° 30′	+ 9°
RTHOSE							
»	»	88° 30′	6° 0′	»	»	»	»
»	»	88°	7°	»	»	»	»
NE							
n_p	$\rho > \nu$	88°	10°	»	»	+ 15° 30′	+ 5° 30′

Digitized by Google

Du tableau qui précède, on déduit les données suivantes :

ESPÈCES feldspathiques.	POIDS spécifique	TENEUR en silice.	ANGLE de p (001) avec section perpendiculaire à n_g.	2V	BISSECTRICE aiguë.	DISPERSION autour de n_p.	ANGLE d'extinction sur la section perpendiculaire à n_p.	ANGLE d'extinction sur la section perpendiculaire à n_g.	INDICE moyen.	ANGLE des traces des macles de l'albite et de la péricline sur la section perpend. à n_p.	ANGLE d'extinction sur p (001).	ANGLE d'extinction sur g^1 (010).
Anorthite.	2,745	44	35°	77° 30′	n_p	$\rho < v$	55° 30′	48°	1,582	65°	—36° 30′	—41° 30′
Bytownite.	2,725	»	»	»	n_p	$\rho < v$	57°	42°	»	»	»	»
Labrador-Bytownite .	2,705	54	49° 30′	77°	n_g	$\rho < v$	58° 30′	33°	1,563	78°	—11°	—25°
Labrador.	2,696	55	53°	77°	n_g	$\rho < v$	60°	22°	1,558	82°	— 5° 30′	—20°
Andésine	2,675	58	68°	88°	n_g	$\rho > v$	66°	9°	1,553	85°	— 2° 30′	—10°
Andésine-Oligoclase .	2,654	62	74°	86°	n_p	$\rho > v$	75°	3°	»	»	— 2°	— 4°
Oligoclase.	2,645	64	»	88°	n_p	$\rho > v$	88°	5°	1,542	»	+ 2°	+ 8°
Oligoclase-Albite . .	2,640	65	87°	88° 30′	n_g	$\rho > v$	84° 30′	10° 30′	»	»	+ 2° 30′	+10° 30′
Albite	2,610	68	78°	77°	n_g	$\rho > v$	74°	19° 30′	1,534	»	+ 4°	+19° 30′
Anorthose.	2,580	68	»	45°	n_p	$\rho > v$	88° 30′	9°	1,528	»	+ 2°	+ 9°
Microcline-Anorthose.	2,570	»	»	60°	n_p	$\rho > v$	88° 30′	7°	»	»	»	»
Microcline	2,560	65,5	81°	88°	n_p	$\rho > v$	88°	10°	1,526	»	+ 15° 30′	+ 5° 30′

Digitized by Google

CHAPITRE III

Les pages qui suivent doivent être considérées comme renfermant surtout l'exposé d'une sorte de monographie des principaux types de roches volcaniques feldspathiques de la haute Auvergne. Malgré la forme ardue que j'ai cru devoir donner à la rédaction, je ne crains pas d'affirmer que les pétrographes assez courageux pour en aborder la lecture y trouveront une large collection de documents intéressants.

La détermination des feldspaths divers qui figurent dans chaque roche m'a particulièrement préoccupé. Pour atteindre ce but, je m'appuie sur les données contenues dans le chapitre précédent, et, en même temps, je contrôle par des analyses chimiques les études optiques ainsi conduites. Ce chapitre est la partie principale de mon œuvre; il en a été la cause effective et le point de départ.

En outre de l'examen des roches volcaniques françaises, il renferme la description et l'étude de quelques roches volcaniques étrangères. Il contient surtout la description des principales roches de l'île de Milo appartenant à des types pétrographiques très acides qui font défaut parmi les roches du Plateau central de la France et que j'ai recueillies jadis au cours de mes voyages (1).

(1) Dans les pages ci-après, on trouvera souvent pour les angles d'extinction sur les sections perpendiculaires aux bissectrices des nombres observés qui diffèrent un peu de ceux que nous avons établis comme caractéristiques des espèces feldspathiques. Ces écarts tiennent à des causes diverses dont les principales sont communes à toutes les observations pétrographiques optiques; les plus importantes résultent de l'existence des superpositions de bandes de macles ou de zonage.

Digitized by Google

BASALTES DOLÉRITIQUES (1).

Basalte de Bouzentès, près Saint-Flour (Cantal).

(Nos 1986 et 2096 de la collection du Collège de France.)

Roche gris foncé à grains fins, microlitique, très cristalline, facile à tailler au ciseau ou au marteau, ce qui la fait employer sur une grande échelle comme pierre de construction. Elle est exploitée dans de larges carrières ouvertes sur le flanc d'un coteau près de Saint-Flour.

A la loupe, on y aperçoit olivine, augite, magnétite et feldspath ; on peut même se rendre compte ainsi de la très grande abondance de ce dernier minéral.

Au microscope, on reconnaît que l'olivine très fréquente, l'apatite et la magnétite figurent presque seules comme éléments du premier temps de consolidation ; l'augite, le feldspath et même la majeure partie de la magnétite appartiennent au second temps. On n'aperçoit pas de résidu vitreux.

L'olivine en cristaux d'un à deux millimètres de long offre sa forme normale $p(001)$, $g^1(010)$, $g^3(210)$, $a^1(\bar{1}01)$, $e^1(011)$. Les clivages h^1 et g^1 y sont bien visibles. Elle est ferruginisée sur ses bords et le long de ses clivages. On y voit de nombreuses inclusions de spinelles.

L'augite est en grains violacés fréquents, de quelques dixièmes de millimètre de diamètre.

Le feldspath se présente en grands microlites alignés fluidalement, longs de 1 à 3 millimètres, légèrement aplatis

(1) Je désigne sous ce nom, des basaltes très cristallins, à feldspath visible à l'œil nu, généralement à structure microlitique, offrant souvent un faciès diabasique. Ils appartiennent à l'étage du basalte des plateaux. Il ne faut pas les confondre avec le basalte porphyroïde, d'âge plus ancien, caractérisé par l'énorme développement de ses cristaux d'augite et d'olivine sans feldspath macroscopique.

Digitized by Google

suivant g^1(010), maclés suivant les lois de l'albite et de Karlsbad. L'espèce feldspathique dominante est le labrador, comme le montrent les angles d'extinction de 20° à 24° que l'on constate sur Sn_g et de 58° à 60° sur Tn_p. Il est accompagné en assez forte proportion de labrador-bytownite à angles d'extinction de 32° à 34° sur Sn_g et de 57° à 58° sur Tn_p. On y trouve même en petite quantité de la bytownite à angle d'extinction de 42° à 44° sur Sn_p et de 56° à 57° sur Tn_g (angle des axes très voisin de 90°, signe de la bissectrice aiguë douteux). D'autre part, des angles d'extinction de 5° à 12° sur Sn_g et de 63° à 65° sur Tn_p que l'on observe exceptionnellement, permettent d'affirmer que les feldspaths basiques des types labrador et bytownite sont accompagnés dans cette roche par une petite proportion de feldspaths appartenant au type andésine. En somme, on voit que les espèces feldspathiques qui figurent dans cette roche sont multiples et assez éloignées les unes des autres.

Tous ces feldspaths sont riches en inclusions vitreuses. Les plus basiques seuls sont attaquables aux acides.

L'analyse des feldspaths extraits de la roche, sans aucun traitement spécial pour les séparer les uns des autres, a donné les résultats suivants :

		Oxygène	
Silice	54,2	28.9	
Alumine	29,4	13,7	
Oxyde de fer	traces		
Chaux	10,5	3,0	4,6
Soude	5,8	1,4	
Potasse	1,0	0,2	
	100,9		

Rapports d'oxygène, 6,3 : 3 : 1.
Poids spécifique. 2.703.

Digitized by Google

Une telle composition est à peu près celle du mélange Ab^3An^4.

Ces chiffres confirment ce qu'avait déjà fait connaître l'examen optique, savoir que l'on a surtout affaire à un mélange de labrador et de labrador-bytownite. La proportion très sensible de potasse trouvée dans ce mélange feldspathique est tout à fait digne d'attention.

Il est fréquent de trouver en Auvergne des basaltes qui, comme celui de Bouzentès, ne présentent de feldspath qu'au second temps de consolidation, c'est même le cas ordinaire. Cependant le basalte de Bouzentès diffère de ces basaltes normaux par le développement remarquable de ses microlites feldspathiques dont les dimensions sont comparables à celles de l'olivine et de l'augite du premier temps. Il en résulte que la roche possède un faciès diabasique et mérite d'être distinguée par une épithète qui rappelle ce caractère; c'est pourquoi je l'ai appelée basalte doléritique. La constitution spéciale de ce basalte tient à ce que l'épanchement de la roche s'est fait en grande masse et que le refroidissement a été très lent, de telle sorte que les cristaux du second temps ont pu acquérir des dimensions notables sans perdre le caractère microlitique dû au mouvement de la matière en voie de consolidation.

Basalte doléritique de Seriers (Cantal).

(N° 2003 de la collection du Collège de France.)

Cette roche ressemble à celle de Bouzentès dont elle diffère cependant par sa teinte d'un gris plus clair. Elle est d'apparence grenue; elle semble formée de grains d'un gris foncé cimentés par une matière blanche saccharoïde inattaquable aux acides. Quelques grains plus gros jaunâtres sont constitués par de l'olivine. A la loupe, on recon-

Digitized by Google

naît que la matière gris foncé est principalement formée d'augite et que la matière blanche est feldspathique.

Au microscope, l'aspect de la roche est celui d'une diabase à olivine. Ce minéral se montre avec ses formes normales, très peu altéré, parsemé d'inclusions de magnétite. L'augite et la magnétite existent aux deux temps de consolidation. L'olivine appartient exclusivement au premier temps de consolidation, le feldspath au second. L'apatite avec inclusions cinériformes est très clairsemée.

Au second temps, le feldspath et l'augite composent presque entièrement le magma fondamental. Il n'y a pas de matière vitreuse visible, si ce n'est en inclusions. Le feldspath est en grands microlites longs d'un millimètre, aplatis légèrement suivant g^4(010), maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite. L'augite de teinte violacée, sans polychroïsme sensible, en occupe les interstices sous forme de grains irréguliers ou de cristaux allongés suivant la zone du prisme, longs de $0^{mm},5$.

Le feldspath dominant est le labrador, comme en témoignent les extinctions de 21° à 24° constatées sur Sn_g et de 60° observées sur Tn_p. On constate aussi des extinctions de 30° sur Sn_g et de 58° sur Tn_p se rapportant au labrador bytownite et plus rarement quelques extinctions indiquant aussi parmi les microlites la présence d'un feldspath plus acide que le labrador, mais cependant ayant encore n_g pour bissectrice aiguë. En somme, les microlites feldspathiques de la roche appartiennent essentiellement aux types basiques labrador et labrador-bytownite. Mais ces microlites sont moulés par une matière feldspathique beaucoup plus acide, car elle a franchement n_p pour bissectrice aiguë; malheureusement il ne m'a pas été possible de la spécifier rigoureusement faute de repères cristallographiques convenables.

Digitized by Google

L'analyse des feldspaths extraits de la roche a donné les résultats suivants :

		Oxygène	
Silice	57,3	30,6	
Alumine	25,9	12,1	
Fe^2O^3	0,8		
Chaux	10,1	2,9	4,6
Magnésie	traces		
Soude	6,3	1,6	
Potasse	0,6	0,1	
	101,0		

Rapports d'oxygène, 7,58 : 3 : 1,14.

Poids spécifique, 2,719.

Une telle composition se rapproche de celle du mélange Ab^4An^3.

Les données de cette analyse s'expliquent aisément. La teneur en silice qui dépasse celle du labrador normal s'explique par la présence du feldspath acide que l'examen optique nous a montré cimentant les microlites basiques. Quant au poids spécifique élevé, il tient à la présence d'inclusions de magnétite. Enfin l'excès de bases provient sans doute d'inclusions de bisilicate calco-magnésien.

La comparaison de cette analyse avec les résultats de l'examen optique montre à quelles conclusions fautives on pourrait arriver si l'on se contentait des données chimiques. Notons que dans ce cas l'union des feldspaths de la roche est tellement intime, qu'il était absolument impossible de songer à les séparer les uns des autres à l'aide des liqueurs denses.

Digitized by Google

Basalte doléritique à structure ophitique de Lusclade, près la Bourboule (Puy-de-Dôme).

(N° 1577 de la collection du Collège de France.)

Cette roche est connue depuis longtemps des géologues à l'état de blocs roulés dans le ravin de Lusclade et dans les ravins voisins. C'est à M. Michel Lévy que l'on doit la découverte de son gisement en place et de la détermination de sa véritable nature pétrographique.

Elle est d'un noir violacé, compacte mais parsemée de petites bulles dans ses parties superficielles. A l'œil nu on y aperçoit des cristaux d'augite de quelques millimètres de longueur et d'épaisseur, et de nombreux faisceaux de petits prismes de feldspath. C'est l'augite qui se détache en noir sur le fond violacé de la roche, qui a fait donner à celle-ci, par les anciens géologues, le nom de porphyre pyroxénique, tandis que la teinte blanche du feldspath, se détachant sur la teinte foncée générale, a fait donner à la roche, par M. Michel Lévy, le nom de basalte demi-deuil.

Au microscope, on distingue de nombreux cristaux d'olivine en grande partie ferruginisés, les uns ayant 1 à 2^{mm} de long, les autres ayant seulement de $0^{mm},05$ à $0^{mm},2$, comme si ce minéral s'était formé pendant les deux temps de consolidation.

L'augite est d'un beau violet, très faiblement polychoïque ; elle se montre en grands cristaux maclés suivant $h^1(100)$ et en microlites prismatiques allongés suivant l'axe vertical. Les grands cristaux d'augite englobent des cristaux de feldspath appartenant aux deux temps de consolidation, la structure ophitique est très prononcée.

Avec la magnétite fréquente en cristaux octaédriques appartenant surtout au second temps, on trouve de nom-

Digitized by Google

breux cristallites d'ilménite disposés sous forme de groupes plumeux.

Les feldspaths en grands éléments se présentent en faisceaux atteignant sur leur tranche 2 à 3 millimètres de long et environ $0^{mm},3$ de large; ils sont maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite (très polysynthétiques), et ressemblent aux cristaux de feldspath des diabases. La plupart possèdent un allongement de signe négatif. cependant quelques-uns sont allongés dans le sens positif, ce qui tient à ce que l'aplatissement suivant g^1 (010) est très prononcé et aussi à ce que l'allongement n'est pas constamment dirigé suivant l'arête pg^1, comme on peut aisément s'en assurer en lumière convergente en observant sur les sections Sn_g l'orientation de la trace du plan des axes optiques.

Les cristaux sont cimentés par une matière vitreuse incolore, généralement peu abondante.

Le feldspath prépondérant du premier temps a n_g pour bissectrice aiguë; c'est du labrador, car on observe surtout des extinctions de 21° à 23° sur Sn_g et de 58° à 62° sur Tn_p. Cependant une extinction de 40° degrés observée sur une section perpendiculaire à n_g et des extinctions de 56° à 58° constatées sur des sections perpendiculaires à n_p permettent d'affirmer que la roche contient aussi de la bytownite en moindre quantité. En revanche, quelques extinctions de 10° observées sur des sections Sn_g prouvent que la roche renferme aussi de l'andésine mais en faible proportion. Il existe donc dans ce basalte comme éléments du premier temps de consolidation au moins trois feldspaths : labrador, bytownite et andésine.

Le feldspath en microlites est évidemment plus acide; il est triclinique et présente un allongement de signe négatif constant. Les extinctions s'y font toujours sous des angles

Digitized by Google

très petits. Je crois pouvoir, d'après ces caractères, les rapporter probablement à l'oligoclase-andésine. Ce basalte est donc un basalte andésitique.

L'analyse en bloc des feldspaths extraits de la roche a donné les résultats suivants :

		Oxygène	
Silice	53,9	28,7	
Alumine	29,8	13,9	
Fe^2O^3	traces		
Chaux	11,6	3,31	4,5
Soude	4,1	1,05	
Potasse	0,7	0,12	
	100,1		

Rapports d'oxygène, 6,2 : 3 : 0,97.

Poids spécifique, 2,714.

Cette composition se rapproche de celle du mélange Ab^3An^4.

Comme nous l'avons dit, le basalte de Lusclade présente deux temps bien distincts dans la cristallisation des feldspaths. Il semble donc que cette roche diffère à tous égards des basaltes doléritiques précédemment étudiés; cependant il n'en est rien; elle offre au contraire avec eux une étroite parenté, comme le prouve la forme microlitique de cristaux allongés et volumineux de la première poussée feldspathique, comme en témoigne encore la structure ophitique si commune dans les diabases et constatée ici. Je crois donc qu'il faut rattacher le basalte de Lusclade aux basaltes doléritiques et interpréter leur constitution en admettant que les feldspaths font défaut au premier temps, mais que le second temps s'est dédoublé et a donné naissance à deux catégories distinctes de produits feldspathiques. C'est du reste un cas que l'on constate souvent dans les diabases.

Digitized by Google

Basalte doléritique de Bercheval, près Vaulmier (Cantal).

(N° 711 de la collection du Collège de France.)

Roche compacte parsemée de nombreux cristaux de feldspath vitreux de 1 à 2^{mm} de long, cimentés par un magma noirâtre très cohérent.

Au microscope, on aperçoit quelques rares cristaux d'olivine. Le pyroxène extrêmement abondant est d'un rose violacé, pas sensiblement polychroïque. Le feldspath se montre sous la forme de faisceaux allongés, maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite et affectant ce caractère aux deux temps de consolidation. La magnétite est également abondante aux deux temps. Au second temps elle est en granules très fins associés à des microlites très petits d'augite. La roche est essentiellement cristalline; on distingue à peine des traces de la matière vitreuse qui en cimente les éléments. Les cristaux visibles à l'œil nu sont tellement nombreux que la roche présente un aspect grenu. Tous les cristaux qu'elle renferme sont intacts, cependant elle est traversée par des filaments de calcite et contient quelques individus de pyrite de formation secondaire.

Le feldspath du premier temps de consolidation a présenté sur Sn_g des extinctions de 20° à 22° indiquant la présence du labrador, et plus fréquemment encore des extinctions de 26° à 28° montrant celle d'un labrador bytownite qui paraît être le feldspath dominant de la roche. Des extinctions de 58° sur Tn_p doivent être rapportées à ce feldspath. Une extinction de 37° observée sur une section perpendiculaire à n_g et une de 56° constatée sur une section perpendiculaire à n_p indiquent la présence de la bytownite comme élément rare.

Digitized by Google

Le feldspath en microlites du second temps est maclé suivant la loi de l'albite et allongé suivant l'arête pg^1 (001) (010). Il offre des angles d'extinction dont le maximum est d'environ 30°, ce qui permet de le rapporter au labrador.

Ce basalte est donc un basalte labradorique. Nous le rangerons encore dans la catégorie des basaltes doléritiques. à cause du développement et de la forme allongée de ses feldspaths de la première genèse feldspathique. Les raisons à l'appui de cette manière de voir et l'interprétation qui en est la conséquence sont celles que nous avons déjà présentées à propos du basalte de Lusclade. Cependant, ici le caractère diabasique est moins prononcé et la roche peut être considérée comme représentant le passage des basaltes doléritiques aux basaltes normaux.

Basalte doléritique de Battu (Puy-de-Dôme).

(N° 789 de la collection du Collège de France.)

Roche d'un gris clair, à structure microlitique. On y distingue à l'œil nu des grains vert foncé d'olivine et des cristaux noirs d'augite. Ces éléments se montrent à la loupe cimentés par un lacis irrégulier de petits cristaux allongés de feldspath.

Au microscope, ce basalte affecte exactement le faciès des diabases à olivine ante-tertiaires.

Il ne présente, en effet, qu'un seul temps de consolidation, et les feldspaths y affectent la forme de longs faisceaux dont les individus sont maclés suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline. Ces cristaux sont aplatis suivant g^1 (010), ils sont surtout visibles sur les sections appartenant à la zone perpendiculaire à cette face. Les faisceaux longs de 2 à 3 millimètres n'offrent qu'un alignement fluidal très imparfait. Ils s'entrecroisent en

Digitized by Google

contournant les cristaux d'olivine et laissent entre eux des intervalles polyédriques remplis en grande partie par des prismes raccourcis d'augite violacée longs de $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$.

L'olivine affecte sa forme normale avec prédominance des faces g^3 (210) et a^1 (101) ; elle est ferruginisée sur ses bords par suite de phénomènes d'altération. La plupart des individus de ce minéral sont dépourvus de clivages apparents ; quelques-uns seulement présentent bien développés les clivages h^1 (100) et g^1 (010).

La magnétite se montre en petits octaèdres inclus dans l'olivine, mais on la trouve surtout en groupes allongés formés par l'apposition de nombreux individus réunis par les sommets des octaèdres. C'est sans doute à sa décomposition partielle qu'il faut attribuer l'hématite répandue dans la roche.

Les angles d'extinction fréquents de 21° à 23° sur Sn_g et de 58° à 61° sur Tn_p que l'on observe sur les feldspaths montrent que le type feldspathique dominant est le labrador ; cependant, il est à remarquer qu'en examinant ceux des faisceaux feldspathiques allongés et étroits sectionnés suivant des faces voisines de la zone de symétrie, on trouve que certains des éléments qui les composent sont à allongement positif, et en appliquant la lumière convergente à ces individus, on reconnaît qu'ils sont presque perpendiculaires à un axe optique.

Ces deux faits semblent indiquer qu'il existe dans la roche exceptionnellement un feldspath plus basique que le labrador.

Ce basalte paraît holocristallisé ; je n'ai pu y reconnaître sûrement la présence d'une matière vitreuse.

Digitized by Google

Basalte doléritique, Espinasse (Cantal).

(N° 1991 de la collection du Collège de France.)

Roche d'un noir bleuâtre, à grains fins, où l'on aperçoit à l'œil nu des cristaux d'olivine, d'augite et de feldspath souvent groupés en agrégats de ségrégation au milieu d'un magma d'apparence uniforme, essentiellement cristallin, dont les éléments sont trop petits pour être distingués même à la loupe.

La roche vue au microscope ressemble à s'y méprendre à une diabase à olivine ancienne. Les cristaux de feldspath présentent l'aspect de grands microlites enchevêtrés. Ils sont associés en macles polysynthétiques suivant les lois de Karlsbad et de l'albite et appartiennent tous à un même temps de consolidation.

L'olivine, en cristaux dont les dimensions atteignent jusqu'à 5 millimètres, renferme en inclusions des petits octaèdres de magnétite. Elle ne présente que quelques altérations peu étendues le long de ses bords et de ses clivages, où elle est transformée en delessite.

L'augite, de même que le feldspath, appartient à un seul temps franchement postérieur à la cristallisation complète de l'olivine. Cependant, il n'y a pas trace de structure ophitique. L'augite est en petits prismes, de teinte brun rosé, longs d'environ 1 millimètre, bien individualisés, groupés autour du feldspath.

Celui-ci est l'élément dominant de la roche. Il est allongé suivant l'arête pg^1 (001) (010), avec léger aplatissement suivant g^1. Il forme des faisceaux de 1 à 2 millimètres de longueur bordés par un feldspath frangé, fortement aplati suivant g^1 et qui, contrairement à ce que l'on devait attendre, paraît plus basique que celui qu'il

Digitized by Google

enveloppe. En effet, le feldspath principal présente sur Sn_g des angles de 7° à 12°, et sur Tn_p des angles de 63° à 66°, caractéristiques de l'andésine, tandis que sur le feldspath en bordure, j'ai observé sur des sections perpendiculaires à n_g un angle de 23° et un angle de 40°, indiquant, l'un la présence du labrador, l'autre celle de la bytownite.

La magnétite associée au feldspath et à l'augite constitue des sortes de baguettes dentelées formées par des séries d'octaèdres soudés par leurs pointes.

L'intervalle de tous ces cristaux est rempli par de la delessite peu abondante qui provient probablement de l'altération d'une matière vitreuse de nature très basique et facilement attaquable. Cette matière est en trop petite quantité pour infirmer le rangement de ce basalte dans la catégorie des basaltes doléritiques.

Basalte doléritique de Cussagol.

(N° 848 de la collection du Collège de France.)

Le basalte de Cussagol représente un type de roche assez rare en Auvergne. On ne le rencontre que dans les dykes volcaniques dans lesquels la matière ignée s'est solidifiée après cessation *brusque* de son écoulement. Sa structure et le caractère de ses éléments cristallisés en font incontestablement un basalte doléritique, tandis que la forte proportion de matière vitreuse qu'il renferme le rattache aux basaltes normaux.

L'échantillon est d'un vert foncé, compacte, très cristallin.

A l'œil nu, les cristaux, sauf l'olivine, sont difficiles à déterminer, mais à la loupe on reconnaît aisément olivine, augite et feldspath. Le faciès de la roche est celui qu'affectent ordinairement les porphyrites ante-tertiaires.

Digitized by Google

Plus d'un pétrographe n'hésiterait pas à la ranger, malgré son âge récent, dans la catégorie des lamprophyres du professeur Rosenbusch.

Au microscope, on ne peut distinguer deux temps de consolidation nettement séparés. Il semble que la cristallisation ait été continue et opérée dans des conditions remarquables de tranquillité. Tous les cristaux sont bien individualisés et offrent de curieux groupements impossibles dans un milieu en mouvement. Ce caractère de cristallisation tranquille est tellement accentué que l'on croirait avoir affaire à certaines roches d'intrusion anciennes ou mieux encore à un produit artificiel engendré par fusion et recuit prolongé dans le creuset d'un laboratoire.

L'olivine est en cristaux à formes normales contenant des inclusions de magnétite et d'apatite ; ses dimensions varient de 5 millimètres à $0^{mm},5$.

L'augite est d'un brun clair ; elle se présente souvent en groupes étoilés cruciformes ou hexagonaux. Les groupes en croix se composent de quatre cristaux disposés à angle droit. Ils se voient bien suivant des sections dans lesquelles les quatre individus du groupe se montrent sur leur face g^1 (010). Chacun de ces cristaux offre une macle binaire suivant h^1 (100). L'extinction de cette sorte de croix se fait en deux fois sous des angles qui ne diffèrent que de 12° environ.

La macle des quatre cristaux en croix a o^1 (101) pour face de jonction. Elle a été découverte par Vrba sur des échantillons microscopiques provenant du basalte décomposé de Schönhof.

Les groupes hexagonaux composés de six individus réunis sous des angles voisins de 60° se voient bien. surtout quand la section les atteint suivant h^1 (100) ; ils se

Digitized by Google

présentent alors sous l'aspect de rosaces étoilées, uniformément peu biréfringentes. Chaque individu composant montre radialement la trace des clivages *mm* (110) $(1\bar{1}0)$ et s'éteint suivant cette trace avec allongement de signe positif. La trace en question correspond à la direction du plan des axes. En lumière polarisée convergente, on voit que chaque individu est presque perpendiculaire à un axe optique. Je considére la jonction des six individus comme se faisant suivant e^1 (011), et les faces terminales de la rosace comme représentées par $e^{1/2}$ (021).

Cette macle est évidemment identique à celle qui a été signalée anciennement par Naumann, décrite par Breithaupt dans l'augite de Schirma, et aussi par Vrba dans celle de Schönhof. L'interprétation donnée par ces auteurs est un peu différente de celle que j'ai cru devoir adopter. Ils supposent en effet que la face de jonction est $R2 = (\bar{1}22) = (b^1\, d^{1/3}\, g^{1/2})$. Dans cette hypothèse, la face terminale extérieure serait $2\,R = (\bar{1}42) = (d^{1/3}\, b^{1/3}\, g^{1/2})$. Cette interprétation est fondée sur ce que les faces h^1 (100) des échantillons ne sont pas parallèles, mais l'examen d'un joli spécimen provenant de Schönhof me porte à penser que le défaut d'uniformité dans le miroitement sur h^1 provient plutôt d'imperfections accidentelles que d'une différence réelle dans l'orientation des faces, différence qui, d'ailleurs, ne dépasse pas quelques minutes. Notons que les faces $(\bar{1}22)$ et $(\bar{1}42)$ ne sont pas connues dans l'augite.

Les cristaux du feldspath ont la forme ordinaire des microlites de cette famille minérale, leur longueur atteint 2 à 3 millimètres ; ils sont légèrement aplatis suivant g^1 (010) et maclés suivant les lois de l'albite et de Karlsbad. Ils sont distribués irrégulièrement sans fluidalité apparente. La plupart d'entre eux présentent des angles d'extinction

Digitized by Google

de 20° à 22° sur Sn_g et de 59° à 61° sur Tn_p, ce qui permet de les rattacher au type labrador, mais des extinctions de 38° à 40° rencontrées sur des sections perpendiculaires à n_g montrent que la roche renferme en outre de la bytownite.

La magnétite est fréquente en octaèdres d'environ 0mm,1.

Entre ces éléments, s'étend une matière vitreuse incolore assez abondante qui remplit les espaces polyédriques restés libres entre les cristaux. Elle renferme des cristallites d'ilménite groupés en faisceaux plumeux sous des angles de 60° et partiellement transformés en leucoxène, ainsi que de fines lamelles de biotite visibles surtout sur leur tranche.

La présence de cette biotite accentue encore le cachet lamprophyrique de la roche. Enfin, en quelques points, les espaces intercristallins, au lieu d'être occupés par de la matière vitreuse, sont remplis par de la calcite secondaire qui paraît occuper les vacuoles d'une roche primitivement microlitique.

BASALTES LABRADORIQUES NORMAUX

Basalte normal labradorique de Lubihac (Cantal).

(N° 1137 de la collection du Collège de France.)

Roche compacte d'un noir bleuâtre, à grains fins, tachetée de grains noirs d'augite. A l'œil nu, on aperçoit aussi des cristaux arrondis d'olivine, et l'on voit briller par réflexion de nombreuses facettes de clivage de feldspaths allongés comme des microlites.

Au microscope, on constate que la roche est à deux temps de consolidation bien distincts ; l'olivine se montre abondante en individus dont les dimensions dépassent rarement 0mm,2 et descendent souvent jusqu'à 0mm,02.

Digitized by Google

L'augite, de teinte violacée, non polychroïque, se présente en grands cristaux du premier temps de 1 millimètre de longueur, maclés suivant h^1 (100), parfois zonés et creusés de cavités produites par corrosion ; elle se présente aussi sous forme de microlites prismatiques longs de $0^{mm},02$.

La magnétite est abondante aux deux temps de consolidation.

Le feldspath est également abondant aux deux temps. Ceux du premier temps sont maclés suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline, allongés et alignés dans le sens de la fluidalité comme les microlites du second temps. Des extinctions de 20° à 22° observées sur Sn_g et de 59° à 62° sur Tn_p indiquent la présence du labrador, mais on observe aussi fréquemment des extinctions de 32° à 35° sur Sn_g et de 56° à 58° sur Tn_p, caractéristiques du labrador-bytownite.

Le feldspath en microlites est maclé suivant la loi de l'albite allongé suivant pg^1. Il présente l'angle maximum d'extinction de 30°, caractéristique du labrador.

Ce basalte est donc un basalte labradorique.

Je le considére comme un basalte normal, bien que l'allongement de ses grands cristaux le rapproche encore des basaltes doléritiques.

Basalte normal labradorique de Lubihac (Cantal).

(N° 1118 de la collection du Collège de France.)

Cet échantillon provient de la même localité que le précédent, mais d'une autre coulée. Il présente le même aspect à l'œil nu.

Au microscope, l'olivine, au lieu de se montrer en individus à angles arrondis et très petits comme dans l'échan-

Digitized by Google

tillon précédent, est en cristaux bien conformés dont les dimensions atteignent généralement de 2 à 3 millimètres ; cependant, quelques-uns n'ont pas plus de $0^{mm},2$.

L'augite affecte les mêmes caractères que dans la roche ci-dessus, mais elle est moins fréquente à l'état de cristaux du premier temps, elle est moins maclée suivant h^1 (100), mais présente souvent la macle en sablier.

Les feldspaths sont aussi moins fréquents et moins développés. Ils semblent en général plus basiques, bien qu'on observe encore quelques extinctions de 22° à 23° sur Sn_g et de 60° à 62° sur Tn_p qui appartiennent à du labrador. Les extinctions les plus communes se rapportent au labrador-bytownite et surtout à la bytownite, car les angles de 38° à 42° sur des sections perpendiculaires à n_g se rencontrent souvent.

La magnétite est abondante aux deux temps de consolidation.

L'augite fourmille à l'état de petits microlites violacés.

Le feldspath microlitique est du labrador.

Ce basalte est donc encore un basalte labradorique, mais il est plus basique que le précédent spécimen du Lubihac. Il s'éloigne surtout bien davantage des basaltes doléritiques et rentre sûrement dans la catégorie des basaltes normaux.

Basalte normal labradorique, Plomb du Cantal.

(N° 481 de la collection du Collège de France.)

Cet échantillon provient, non pas du petit monticule qui représente le point culminant du Plomb du Cantal, mais, de la crête comprise entre ce monticule et le Puy de la Croix, à l'altitude de 1.769 mètres.

La roche est grise, saccharoïde, bulleuse, très cristalline, rugueuse au toucher. On y aperçoit à la loupe des grains

Digitized by Google

d'olivine, d'augite et de feldspath dont les couleurs diverses tranchent vivement les unes sur les autres.

Au microscope ce qui attire tout d'abord l'attention c'est l'abondance de l'olivine en cristaux de très petites dimensions. Bien que ce minéral se présente aussi en grands éléments de plusieurs dixièmes de millimètre de longueur, il est surtout abondant en individus dont la plus grande dimension n'excède pas $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$. On peut dès lors se demander si l'olivine n'a pas cristallisé aux deux temps de consolidation, mais d'après l'agencement des cristaux il semble que dans ce cas, au moins, son individualisation appartient toute entière au premier temps, quelles que soient les dimensions des individus cristallins, comme cela a lieu pour les roches à olivine obtenues artificiellement dans les laboratoires. Il est à remarquer que les formes de ces olivines, quelle que soit leur taille, sont les formes habituelles avec prédominance des pointements a^1 $(\bar{1}01)$ et g^3 (210). Ils sont plus ou moins altérés en ferruginisés.

Un autre caractère remarquable de cette roche est la fréquence de l'apatite chargée des inclusions cinériformes alignées que possède habituellement ce minéral dans les andésites.

L'augite d'un gris verdâtre, légèrement polychroïque, est très abondante, aussi bien en grands cristaux qu'en microlites prismatiques raccourcis.

Le feldspath appartient à deux temps de consolidation bien distincts. Les cristaux du premier temps ont présenté sur Sn_g des extinctions de 19 à 21° et sur Tn_p de 61 à 62°. Je n'ai pas constaté d'autres angles d'extinction, le labrador est donc le feldspath très prédominant sinon exclusif du premier temps.

Digitized by Google

Quant aux microlites feldspathiques ils appartiennent à ce même type spécifique. Ils ont jusqu'à $0^{mm},5$ de longueur et sont alignés fluidalement. La plupart sont en macles polysynthétiques, suivant la loi de l'albite. Ils sont allongés suivant l'arête pg^1 (001) (010) et aplatis suivant g^1. Leur angle d'extinction maximum est d'environ 30°.

La magnétite est abondante aux deux temps de consolidation en cristaux à angles arrondis ou en grains irréguliers.

Tous ces éléments sont cimentés par une petite quantité de matière vitreuse incolore.

Basalte normal labradorique, de Hougade (Cantal).

(N° 561 de la collection du Collège de France.)

Roche d'un brun foncé, très compacte, à grains fins. Magma d'apparence cristalline. A l'œil nu on aperçoit de nombreux cristaux d'olivine très altérés, transformés en une matière blanc jaunâtre terreuse. On distingue, en outre, des petits cristaux noirs d'augite et des cristaux de feldspath de quelques millimètres de longueur et de largeur, présentant les stries de la macle de l'albite.

Au microscope on reconnaît deux temps de consolidation bien distincts. L'olivine reconnaissable seulement à ses formes est entièrement transformée en calcite et chlorite. L'augite du premier temps de consolidation est d'un vert pâle, à peine teintée; elle est zonée, offre des macles polysynthétiques suivant h^1 (100); quelques-uns de ses individus ont des dimensions de plusieurs millimètres. En microlites elle se montre en prismes extrêmement petits ou en grains irréguliers. La magnétite est rare en gros individus, mais fréquente en microlites bien cristallisés.

Le feldspath du premier temps de consolidation est aplati suivant g^1 (010); il est maclé suivant les lois

Digitized by Google

de Karlsbad et de l'albite. On rencontre sur Sn_g des extinctions de 22 à 23° caractéristiques du labrador qui est évidemment le feldspath dominant. Cependant des extinctions de 44 à 42° permettent d'affirmer aussi l'existence de la bytownite. Je n'ai observé aucune extinction d'environ 30 à 32° conduisant à admettre la présence du labrador-bytownite, il semble qu'il n'y ait pas d'intermédiaire entre le labrador et la bytownite. Ce fait n'a rien qui doive surprendre et nous en observerons ci-après des exemples indéniables dans des cristaux zonés.

Les microlites feldspathiques allongés suivant pg^1 présentent l'angle d'extinction maximum de 30° caractéristique du labrador.

Basalte normal labradorique de Castel-Noël (Cantal).

(N° 735 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon est d'un brun foncé, très compacte, cristallin.

La roche vue à la loupe semble composée d'un agrégat uniforme de cristaux rougeâtres d'olivine altérée et d'augite noire intacte. On n'y aperçoit pas de feldspath.

Au microscope on reconnaît que l'olivine est moins fréquente qu'elle ne le paraissait à la loupe. Elle est fortement altérée, en grande partie transformée en chlorite, limonite et même calcite. L'augite, le feldspath et la magnétite appartiennent à deux temps distincts de consolidation. La magnétite fort abondante donne une grande densité à la roche.

L'augite d'un brun verdâtre offre des macles polysynthétiques suivant h^1 (100). Quelques-uns de ses cristaux du premier temps ont des dimensions de plusieurs millimètres; les microlites de cette espèce minérale sont au contraire très petits.

Digitized by Google

Les feldspaths des deux temps de consolidation sont aplatis suivant g^1 (010), maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite. Ceux du premier temps sont zonés, chargés d'inclusions d'augite, de magnétite et de matière vitreuse. Sur la section des cristaux zonés on voit très bien que le noyau des cristaux ne possède pas rigoureusement la même orientation cristallographique que les zones périphériques.

Le feldspath dominant est le labrador-bytownite, comme l'indiquent les angles d'extinction de 32° à 34° observés fréquemment sur Sn_g. Cependant un individu de la préparation étudiée a présenté l'angle de 22° caractéristique du labrador, et un autre, un angle d'extinction de 42° indiquant la présence de la bytownite. Il est à remarquer que la bytownite a l'angle de ses axes optiques très voisin de 90°, mais paraît cependant d'après les teintes de polarisation constatées avoir encore n_g pour bissectrice aiguë.

La matière vitreuse qui cimente les cristaux est altérée, chargée de chlorite et de calcite; elle paraît d'ailleurs très peu abondante.

Basalte normal labradorique de Vergne (Cantal).

(N° 806 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon est d'un noir verdâtre. compacte, d'apparence homogène. Même à la loupe on n'y aperçoit aucun élément susceptible d'être déterminé.

Au microscope la roche offre deux temps de consolidation distincts avec fluidalité très accusée. Il faut remarquer cependant que le premier temps est peu développé, les cristaux qui lui appartiennent sont clairsemés et de dimensions médiocres.

Digitized by Google

L'olivine se présente sous deux aspects : 1° en octaèdres a^1g^3 (101) (210) avec faces du prisme p (001) g^1 (010) subordonnées et plan des axes transversal au sens de l'allongement; 2° sous forme de prismes allongés suivant h^1g^1 (100) (010), avec p (001) pour face terminale et plan des axes parallèle au sens de l'allongement. Elle est fortement altérée et chargée de delessite sur ses bords et le long de ses fentes.

L'augite n'existe qu'au second temps de consolidation; elle s'y trouve sous forme de petits prismes allongés suivant l'axe vertical et longs de quelques centièmes de millimètre.

La magnétite est abondante en octaèdres de dimensions variables.

Le feldspath se montre aux deux temps de consolidation en cristaux maclés suivant les lois de l'albite et de Karlsbad, et aplatis suivant g^1 (010).

La fréquence des angles d'extinction de 22 à 24° sur Sn_g montre que l'espèce dominante est le labrador.

Cependant deux extinctions de 28° observées aussi sur Sn_g prouvent l'existence d'un type plus basique. Enfin une extinction de 38° constatée sur une section perpendiculaire à n_g paraît établir en outre dans la roche la présence d'un feldspath appartenant au type bytownite.

Il y a passage des feldspaths du premier temps de consolidation à ceux du second; les uns et les autres offrent le faciès microlitique et ne diffèrent que par leurs dimensions. Ils paraissent en outre d'après leurs angles maxima d'extinction appartenir aux mêmes types feldspathiques.

Digitized by Google

Basalte labradorique du Martinet (Cantal).

(N° 740 de la collection du Collège de France.)

Roche brun foncé, criblée de grosses bulles revêtues d'un mince enduit jaunâtre. A la loupe on aperçoit quelques cristaux d'augite et d'olivine et des petites masses blanches de feldspath au sein d'un magma d'aspect cristallin.

Au microscope l'olivine assez abondante et bien conservée présente ses formes normales; les pointements a^1 (101) g^3 (210) sont bien développés.

L'augite légèrement polychroïque est fréquente aux deux temps de consolidation; elle est souvent en macles polysynthétiques suivant h^1 (100). La magnétite est également très abondante aux deux temps.

Le feldspath du premier temps est fréquent et bien développé.

La plupart des individus ont de 1 à 2 millimètres de long, l'aplatissement suivant g^1 (010) est très marqué. L'espèce dominante est la bytownite, car les extinctions que l'on rencontre le plus communément sur les sections perpendiculaires à n_g ont été trouvées de 39 à 43° et sur les sections perpendiculaires à n_g de 55 à 57°. L'angle des axes doit être très voisin de 90°, car dans une même préparation les deux ordres de sections présentent sensiblement les mêmes teintes. Cependant un angle d'extinction de 27° observé sur une section Sn_g montre qu'il existe exceptionnellement dans la roche, un feldspath moins basique. Quand on soumet à l'action de l'acide chlorhydrique bouillant les feldspaths de la roche, extraits par l'emploi successif de l'électro-aimant et des liqueurs

Digitized by Google

denses, on constate que la plupart des grains sont attaqués, mais que cependant quelques-uns résistent assez fortement à l'attaque.

Les microlites de feldspath sont allongés suivant pg^1 (001) (010), maclés polysynthétiquement suivant la loi de l'albite. Leurs extinctions sont celles du labrador.

Basalte labradorique de Giannicola (*Etna*). — Les laves de l'Etna sont des laves basaltiques à microlites de labrador. Elles offrent de très grandes ressemblances avec les types les plus communs des basaltes d'Auvergne. Cette ressemblance ressortira pleinement de la description que nous allons donner de l'une des plus feldspathiques recueillie au sommet du monticule de Giannicola dans l'intérieur du Val del Bove.

L'échantillon en question est d'un noir foncé, compacte, finement grenu, parsemé de très nombreux cristaux de feldspath vitreux, de 3 à 4 millimètres de long, distribués irrégulièrement.

Au microscope l'olivine apparaît abondante; elle est intacte, bien cristallisée, avec les mêmes formes que dans les basaltes français. Dans ce cas-ci, elle semble bien avoir cristallisé aux deux temps de consolidation, sans discontinuité complète. Elle est représentée au premier temps par des individus dont les dimensions atteignent de 1 à 2 millimètres, tandis que la plupart des individus que je considère comme appartenant au second temps, n'ont que quelques centièmes de millimètre dans le sens de leur plus grande dimension.

L'apatite est assez fréquente, riche en inclusions cinériformes qui lui donnent une teinte jaune brunâtre. Elle moule la magnétite mais se trouve enclavée dans l'olivine.

L'augite d'un brun clair, est rare en grands cristaux,

Digitized by Google

fréquente au contraire en microlites sous forme de petits prismes longs de quelques centièmes de millimètre.

La magnétite est abondante aux deux temps de consolidation. Il en est de même du feldspath.

Celui du premier temps forme de beaux groupements; il est maclé suivant les lois de l'albite et de Karlsbad. Des extinctions fréquentes de 22° à 24° sur Sn_g et de 62° sur Tn_g permettent d'affirmer que le labrador est le feldspath dominant.

Cependant la présence de la bytownite est accusée par des extinctions de 38° à 40° observées sur des sections perpendiculaires à n_g. Une section de ce genre appartenant à un cristal zoné a montré une succession de bandes qui, du dehors au dedans, ont fourni les angles d'extinction suivants : 22°, 24°, 32°, 25°, 39°.

Il est à remarquer que les sections des diverses bandes vues en lumière convergente, présentent les unes, des images centrées, les autres des images très peu décentrées, beaucoup moins à ce qu'il semble que l'on aurait du s'y attendre avec des espèces feldspathiques aussi différentes que le labrador et la bytownite. J'attribue ce résultat, dont j'ai souvent observé d'autres exemples, à ce que les individus engagés en couches successives dans un cristal zoné ne sont pas rigoureusement emboîtés. Il semble que la nature ait fait effort pour maintenir l'uniformité de direction des axes d'élasticité, lorsque les espèces soudées ensemble ne sont pas par trop dissemblables. Dans le cas qui nous occupe le centrage de l'image est très bon sur la bande de bytownite centrale à extinction de 39°; on observe un léger décentrage de l'image sur la bande de labrador-bytownite à extinction de 32°, enfin le décentrage est plus prononcé encore sur les bandes labradoriques à extinction de 22°, 24° et 25°.

Digitized by Google

Il est à remarquer, comme on pouvait le prévoir, que les bandes à labrador offrent une biréfringence notablement moindre que la bande à labrador-bytownite et surtout que la bande centrale à bytownite.

Les microlites allongés suivant l'arête pg^1 (001) (010) et maclés suivant la loi de l'albite ont présenté un maximum d'angle d'extinction de 32°, ce qui permet de les rattacher en majorité au moins à l'espèce labrador.

La matière vitreuse qui cimente ces cristaux est incolore, peu abondante et de constatation difficile.

L'analyse chimique des feldspaths extraits de la roche a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	53,9	28,7	
Alumine	30,2	14,0	
Chaux	12,0	3,42	4,57
Soude	4,7	1,21	
Potasse	0,2	0,04	
	101,0		

Rapports d'oxygène 6,15 : 3 : 0,98.

Poids spécifique 2.711.

Cette composition correspond à peu près à la formule Ab^3An^4.

Basalte de Bolungarvick (*Islande*). — Malgré l'abondance de l'olivine dans les basaltes d'Auvergne, il est très rare que le labrador n'y soit pas le feldspath prédominant du premier temps de consolidation. C'est l'opposé de ce qui a lieu pour les roches basiques de Santorin où l'olivine est rare et où le feldspath prépondérant est l'anorthite.

On trouve en Islande de nombreux spécimens de laves basaltiques, dans lesqdelles il y a à la fois abondance de

Digitized by Google

l'olivine et développement de bytownite et d'anorthite au premier temps de consolidation. La roche de Bolungarwick, dont je vais donner la description, appartient à ce type de basalte. Elle a été recueillie par M. Bréon entre Bolungarwick et Attnifsdalr, et provient de la partie supérieure de l'escarpement que l'on observe en ce point.

La roche est d'un gris noirâtre, rugueuse au toucher, parsemée de nombreux cristaux blancs de feldspath de 2 à 3^{mm} de diamètre. On aperçoit, en outre à la loupe, quelques cristaux verdâtres d'olivine.

Au microscope, la roche se montre extrêmement cristalline. Les deux temps de consolidation sont bien distincts. Le feldspath du premier temps est très basique: tous les grains essayés ont été facilement attaqués par l'acide chlorhydrique bouillant. L'angle des axes est voisin de 90°. Il n'est pas aisé, par suite, de distinguer le signe de la bissectrice aiguë. Sur les sections perpendiculaires à n_p, l'angle d'extinction par rapport à la trace de la macle de l'albite a été trouvé égal à 56°. Sur des sections perpendiculaires à n_g, les angles d'extinction ont été respectivement de 42° et de 46 à 48°. Il est démontré par là que dans la roche il existe à la fois de la bytownite et de l'anorthite. Le premier de ces deux feldspaths semble être prédominant.

Les microlites du feldspath bien développés (0^{mm},2 de longueur) et alignés fluidalement, présentent les caractères optiques du labrador.

L'olivine est en cristaux de formes nettes mais légèrement altérés.

Le magma du second temps contient, en outre des microlites de feldspath, de nombreuses lamelles d'ilménite avec leurs formes allongées, leurs pointements et leurs groupements caractéristiques, et surtout d'innom-

Digitized by Google

brables microlites violacés d'augite qui remplissent tout l'intervalle resté libre entre les autres éléments. Nulle part la matière vitreuse n'est visible, la cristallisation paraît s'être faite sans résidu.

Basalte labradorique de Chambeuil (Cantal).

(N° 421 de la collection du Collège de France.)

Cet échantillon a été recueilli sur le talus du chemin de fer du Lioran à Murat dans un amas de scories basaltiques que l'on rencontre au-dessus de Chambeuil, à 4.800 mètres de la gare du Lioran. Il représente un type basaltique que l'on observe assez fréquemment en Auvergne dans les amas de lapili et de scories correspondant aux bouches de sortie de basalte. Autant il est fréquent de trouver de l'hornblende brune dans les produits de projection, autant il est rare d'en observer dans les coulées basaltiques. Cette hornblende se rencontre en cristaux isolés, ou se montre engagée dans un magma basique comme celui que nous allons décrire. Je la considère comme venant de roches plus acides englobées dans le magma basaltique. Elle y est évidemment en voie de destruction et n'échappe à une résorption complète que grâce à la violence et à la soudaineté des explosions qui l'amènent au jour.

Dans le cas qui nous occupe, l'hornblende est engagée dans un basalte labradorique normal. La roche est compacte, grisâtre, parsemée de petits cristaux blancs de feldspath visibles à l'œil nu et de cristaux noirs d'augite et d'hornblende de quelques millimètres de longueur. Le magma qui cimente les cristaux donne sa teinte générale à la roche.

Au microscope les minéraux ci-dessus indiqués se montrent assez nombreux. L'augite et le feldspath sont

Digitized by Google

intacts, mais l'hornblende très abondante a subi une résorption plus ou moins complète. Elle est brune, fortement polychroïque ; elle montre ses clivages caractéristiques dans les parties bien conservées et s'éteint sous un très petit angle sur la section parallèle au plan de symétrie.

L'olivine est très fréquente, mais ses cristaux sont petits, leur dimension atteignant à peine un dixième de millimètre ; la plupart sont fortement ferruginisés.

La magnétite est assez commune en grains de formes irrégulières. L'apatite est rare. L'augite du premier temps est verte, maclée polysynthétiquement suivant h^1 (100).

Les feldspaths en grands cristaux sont maclés suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline, quelques-uns sont riches en inclusions vitreuses. L'espèce qui prédomine parmi eux est le labrador-bytownite offrant des angles d'extinction de 32 à 34° sur n_g et de 57 à 58 sur Tn_p. En outre, une extinction de 22° observée sur Sn_g et plusieurs extinctions de 62 à 63° sur Tn_p indiquent la présence de labrador.

Au second temps on constate en abondance : augite, magnétite et feldspath en microlites. Ce dernier maclé suivant la loi de l'albite et allongé suivant pg^1 (001) (010) est caractérisé comme labrador par son maximum d'angle d'extinction.

BASALTES ANDÉSITIQUES NORMAUX.

A côté des basaltes labradoriques (basaltes à microlites de labrador) qui sont de beaucoup les plus communs en Auvergne, on observe çà et là d'autres basaltes dont les microlites feldspathiques appartiennent à des types plus acides et en particulier à l'oligoclase-andésine.

Digitized by Google

Ces microlites sont généralement plus petits que les microlites de labrador, en macles suivant la loi de l'albite et à bandes moins multiples. Souvent même ils ne présentent qu'une macle binaire difficile à distinguer d'une macle suivant la loi de Karlsbad. Ils sont essentiellement caractérisés par la petitesse constante de leur angle d'extinction qui généralement ne dépasse pas 2 à 3°; cependant il n'est pas rare de trouver des cas dans lesquels le feldspath triclinique en question est de l'andésine et où, par suite, l'angle d'extinction va jusqu'à 10 à 12°. Dans quelques cas, l'aplatissement suivant g^1 (010) est assez marqué pour que l'on puisse faire usage de la lumière convergente, reconnaître n_g comme bissectrice obtuse, et apprécier les caractères de l'image que l'on voit entre les nicols croisés.

Les basaltes andésitiques sont, en général, par tout l'ensemble de leurs caractères, moins basiques que les basaltes labradoriques. Ils sont souvent de teinte moins foncée, d'un gris rougeâtre, cependant ce caractère n'est pas constant et quelquefois ils sont tout aussi noirs que les basaltes labradoriques.

Basalte andésitique du Pont de Besse (Puy-de-Dôme).

(N° 1937 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon considéré provient d'une coulée épaisse que tranche la route qui descend de Besse vers Issoire et qui se présente en gros prismes près du pont à la sortie de Besse.

La roche est d'un brun foncé, très compacte. A l'œil nu on y voit de nombreux cristaux verdâtres d'olivine à angles arrondis, des cristaux noirs d'augite et d'hornblende, et quelques petites taches blanches formées par des feldspaths dont les dimensions vont jusqu'à trois ou quatre millimètres.

Digitized by Google

Au microscope on distingue des prismes assez fréquents d'apatite riches en inclusions cinériformes et souvent englobés dans un individu volumineux de magnétite. De nombreux cristaux de biotite et d'hornblende brune sont presqu'entièrement résorbés, remplacés par des groupes plus ou moins réguliers d'octaèdres de magnétite associés à une matière brune. L'olivine, généralement de petites dimensions, est presqu'entièrement intacte ; elle a seulement subi un léger commencement d'altération en chlorite sur ses bords et le long de ses fentes. Elle renferme en inclusions des petits octaèdres de magnétite.

L'augite d'un vert clair, maclée suivant h^1 (100), est peu abondante en cristaux du premier temps mais fréquente au second temps sous forme de petits prismes microlitiques.

Les feldspaths du premier temps de consolidation sont aplatis suivant g^1 (010) et zonés. Les angles d'extinction que l'on observe le plus fréquemment sont de 6 à 12° sur Sn_g et de 64 à 65° sur Tn_p ; ils montrent la prédominance de l'andésine. Exceptionnellement on observe du labrador donnant un angle d'extinction de 22° sur Sn_g et de 60 à 61° sur Tn_p. Un individu zoné a montré l'association de ces deux feldspaths sur une section perpendiculaire à Sn_g. Enfin deux autres individus ont fourni des extinctions de 0° et de 2° sur des sections perpendiculaires à n_g, ce qui permet de les attribuer à de l'oligoclase-andésine. La comparaison des biréfringences montre d'ailleurs que dans ce cas n_p est bissectrice aiguë.

Le magma du second temps est constitué par des microlites de feldspath triclinique à extinction sensiblement longitudinale, par des petits prismes d'augite et des octaèdres de magnétite.

Digitized by Google

Basalte andésitique de l'église de Besse.

(N° 1367 de la collection du Collège de France.)

Cet échantillon provient très probablement, comme le précédent, d'une coulée qui, partie du lac Pavin. passe à Besse et se déverse dans le ravin en aval.

La roche a été recueillie dans les carrières exploitées au chevet de l'église de Besse. Elle présente une grande ressemblance avec la précédente, mais en même temps elle offre des différences intéressantes qui méritent d'appeler l'attention, car elles montrent les modifications notables qui peuvent affecter des roches ayant une origine volcanique commune (1).

L'échantillon considéré est d'un gris rosé, très poreux, rugueux au toucher. On y aperçoit à l'œil nu feldspath et bisilicates magnésiens. Dans les pores, généralement de forme irrégulière, sont implantés de nombreux cristaux brunâtres d'hypersthène, lamelleux et allongés, longs de 1 à 3^{mm}, larges de $0^{mm},5$ à 1^{mm}.

La roche vue au microscope offre un aspect intermédiaire entre celui de l'andésite augitique et celui du basalte. Elle ressemble aux andésites par la nature de ses microlites feldspathiques par les associations d'apatite et de magnétite qu'on y voit figurer au premier temps de consolidation, mais malgré cela elle doit être rattachée aux basaltes à cause de l'olivine qu'elle renferme. On n'y trouve pas de biotite, ni d'hornblende comme dans la précédente, ce qui lui donne un cachet plus basique, mais d'autre part, comme nous allons le voir ci-après, elle possède au premier temps

(1) Je n'ose affirmer que c'est exactement la même sortie de laves qui a donné naissance aux roches des deux gisements, tout en les considérant comme issues du même foyer.

Digitized by Google

des feldspaths appartenant en moyenne à des types plus acides.

L'apatite est pourvue des inclusions cinériformes, alignées en traînées, si communes dans les apatites des andésites de l'Auvergne.

L'augite est fréquente aux deux temps de consolidation; elle est d'un vert clair, maclée suivant h^1 (100), non polychroïque.

L'olivine est rare et en grande partie ferruginisée. Le feldspath du premier temps est maclé suivant les lois de l'albite et de Karlsbad. Il a surtout présenté sur les sections perpendiculaires à n_g des angles d'extinction compris entre 4° et 7°, ce qui permet d'admettre que l'on a probablement dans cette roche de l'andésine et de l'oligoclase-andésine. La présence de ce dernier feldspath est encore démontrée par l'observation d'un individu zoné sensiblement perpendiculaire à n_g, composé de zones alternantes, s'éteignant les unes à 4°, les autres à peu près à 0°. On voit nettement sur ces dernières que n_g est bissectrice obtuse. Malgré des recherches attentives, aucune section perpendiculaire à n_g n'a fourni les angles d'extinction du labrador, et parmi les sections perpendiculaires à n_p, une seule ayant fourni un angle d'extinction de 62°, peut faire considérer comme probable l'existence de ce feldspath à titre exceptionnel.

Le feldspath en microlites est maclé suivant la loi de l'albite, allongé suivant pg^1. Il présente des extinctions sensiblement longitudinales; c'est très probablement de l'oligoclase-andésine. L'augite en microlites prismatiques et la magnétite en granules octaédriques sont très abondants.

Il existe une petite quantité de matière vitreuse incolore qui sert de ciment à tous ces éléments. Il est à remarquer que l'hypersthène qui remplit et tapisse les cavités dru-

Digitized by Google

siques, fait complètement défaut dans la masse de la roche.

L'analyse des feldspaths extraits de la roche a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	59,7	31,8	
Alumine	24,8	11,5	
Chaux	8,6	2,5	4,3
Soude	6,5	1,6	
Potasse	1,0	0,2	
	100,6		

Rapports d'oxygène, 8,3 : 2 : 1,1.

Cette composition, par sa teneur en silice, correspond à peu près à la formule Ab^3An^1. Cependant le rapport de la chaux à la soude, de même que le poids spécifique ne sont pas ce que demanderait la théorie; ils conduiraient plutôt à la formule Ab^3An^2 ou même à Ab^4An^1.

Basalte andésitique de Mur-de-Barrez (Aveyron).

(N° 1541 de la collection du Collège de France.)

Cet échantillon provient d'une coulée qui s'étend au sud de la ville de Mur-de-Barrez.

La roche est d'un gris foncé, légèrement bulleuse, très dense. On y aperçoit à l'œil nu des grains cristallins d'olivine, de l'augite noirâtre et quelques taches blanches de feldspath.

Au microscope, en outre de ces éléments, on reconnaît quelques prismes hexagonaux d'apatite, dépourvus des inclusions cinériformes habituelles à ce minéral. Un tel caractère suffit à lui seul pour éloigner ce basalte des andésites les plus basiques.

Digitized by Google

Les cristaux d'olivine sont de dimensions très variables de $0^{mm},8$ à $0^{mm},04$; ils sont en partie chloritisés. L'augite est abondante au premier temps de consolidation, très clairsemée au contraire au second temps. Il en est de même de la magnétite. Les grands cristaux d'augite ont 2 à 3^{mm} de long; ils sont maclés polysynthétiquement suivant h^1 (100); les microlites sont en petits grains dont le diamètre ne dépasse pas $0^{mm},3$.

Les feldspaths du premier temps sont maclés suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline; ils sont groupés en faisceaux longs de 1 à 2^{mm} et étroits. Le feldspath dominant est le labrador manifesté par des extinctions de 24° sur Sn_g et de 61° sur Tn_p. Il est accompagné de labrador-bytownite, indiqué par des extinctions de 32° sur Sn_g et de 58° sur Tn_p.

Tandis que ces feldspaths du premier temps sont basiques, le feldspath en microlites est notablement acide. Il est triclinique, en macles polysynthétiques suivant la loi de l'albite. La plupart des individus allongés et étroits présentent des extinctions longitudinales, mais les extinctions ont, au point de vue du diagnostic, une valeur moindre que d'habitude, à cause de l'aplatissement très marqué suivant g^1 (010).

Ces microlites sont, en effet, lamelleux, enchevêtrés ensemble sans fluidalité apparente. Ils ressemblent à des microlites de sanidine, mais en les regardant en lumière convergente on constate : 1° qu'ils offrent une image à peu près centrée sur les sections aplaties sensiblement perpendiculaires à n_g, ce qui les distingue des feldspaths basiques ;

2° On reconnaît qu'autour de n_g l'angle des axes est voisin de 90°, ce qui empêche de confondre ces microlites avec des microlites de sanidine. Ils sont d'après cela formés

Digitized by Google

probablement par de l'oligoclase-andésine et peut-être, en partie, par de l'andésine.

Les basaltes du même type que celui de Mur-de-Barrez, ne sont pas rares en Auvergne, la collection du Collège de France en possède un assez grand nombre d'échantillons.

La roche que nous venons de décrire peut en être considérée comme un assez bon exemple. Nous ferons toutefois remarquer que l'aplatissement des microlites n'y est aucunement un caractère constant, c'est plutôt une exception.

Basalte andésitique de la Morangie (Puy-de-Dôme).

(N° 1349 de la collection du Collège de France.)

Il existe dans la région du Mont-Dore, autour du Sancy, un certain nombre de roches qui participent à la fois des caractères du basalte et de celui des andésites à sanidine. En effet, on y trouve à la fois de l'olivine et de la sanidine ou son succédané, l'anorthose ; de telle sorte que tantôt on en a fait des basaltes à sanidine, et tantôt des andésites à olivine. Elles offrent tous les passages entre le basalte andésitique normal et l'andésite à sanidine, si commune au Mont-Dore. Tantôt ce sont des roches noires denses dont l'aspect extérieur ne diffère de celui du basalte que par la présence de gros cristaux vitreux de sanidine ou d'anorthose. Tantôt ce sont des roches scoriacées de teinte claire, riches en sanidine, biotite, hornblende, mais émaillées en même temps de cristaux d'augite et d'olivine. La dissemblance entre ces deux types extrêmes est complète et l'on ne songerait jamais à les assimiler si l'on ne pouvait sur place constater l'existence de tous les intermédiaires pétrographiques.

L'explication la plus simple qui se présente à l'esprit pour rendre compte de ces faits, consiste dans l'hypothèse

Digitized by Google

que l'on a affaire à des andésites à sanidine, englobées et remaniées au sein d'un épanchement basaltique.

Les types acides s'observent particulièrement sur les crêtes qui bordent le Sancy du côté nord. La roche scoriacée de la cime de Cliergue, dont nous avons décrit l'anorthose dans le chapitre précédent, peut en être considérée comme un excellent spécimen.

Les types basiques se voient, au contraire, sur les pentes du versant sud du Sancy. Ils sont beaucoup plus développés que les types acides du revers nord. Ils couvrent de vastes surfaces entre Picherande et Latour. On les observe particulièrement en bancs épais à Chastreix et à la Morangie, surtout dans la première de ces deux localités.

Celui que nous considérons ici provient de la Morangie; il s'y trouve sous forme de lambeaux de coulée recouvrant des assises épaisses d'andésite et de trachyte à sanidine et biotite.

Son aspect extérieur est conforme à ce que nous avons dit ci-dessus.

Au microscope, la roche présente deux temps de consolidation bien distincts. L'olivine est abondante en petits individus automorphes de 1 à 2^{mm} de longueur et 1^{mm} dans le sens transversal. Leur forme est normale.

La biotite et l'hornblende font défaut dans l'échantillon examiné, mais il n'est pas rare de les observer dans des spécimens provenant du même gisement. En général, ces minéraux sont très fortement corrodés et résorbés.

L'apatite, au contraire, a résisté à l'action du magma basique. Elle se montre en petits prismes hexagonaux d'environ 1^{mm} de long chargés d'inclusions cinériformes alignées.

L'augite est d'un brun verdâtre; elle est fréquente aux deux temps de consolidation, il en est de même de la magnétite.

Digitized by Google

Dans l'échantillon que nous décrivons, les feldspaths du premier temps n'ont pas plus d'un millimètre de longueur, tandis que dans les roches analogues de Chastreix, ils ont parfois jusqu'à deux centimètres de longueur sur un centimètre de largeur et d'épaisseur.

La macle de Karlsbad est très fréquente. Quelques individus ne sont pas maclés, d'autres offrent des bandes souvent très fines et très multiples suivant la loi de l'albite, et quelques-unes suivant la loi de la péricline.

Ils peuvent être divisés en deux catégories. Les uns sont des feldspaths acides ayant n_p pour bissectrice aiguë. Ils sont en général arrondis sur leurs angles et quelquefois fortement corrodés. Les autres sont des feldspaths basiques ayant n_g pour bissectrice aiguë ou présentant un écartement d'axes trop voisin de 90° pour qu'on puisse déterminer le signe de la bissectrice aiguë. Ils sont généralement intacts et zonés.

Les feldspaths acides sont de deux sortes. Des extinctions de 2 à 3° sur Tn_g et de 71 à 78° sur Sn_p avec grand écartement d'axes, permettent de conclure à la présence de l'oligoclase-andésine.

D'autre part, des extinctions de 10° sur Tn_g et de 88 à 86° sur Sn_p avec médiocre écartement (environ 45°), démontrent catégoriquement l'existence de l'anorthose. Les individus appartenant à ce type feldspathique présentent d'ailleurs un cachet particulier qui les fait assez aisément retrouver. La macle de l'albite y est plus fine, elle est associée à celle de la péricline également très fine.

Les bandes des deux macles s'effacent et disparaissent près des bords des individus, mais ce qui les caractérise surtout, c'est la petitesse relative de l'écartement des axes.

Ni l'andésine, ni l'oligoclase ne paraissent exister en proportions notables parmi les feldspaths acides.

Digitized by Google

Malgré le faciès basaltique de la roche, les feldspaths acides à bissectrice aiguë n_p prédominent par rapport aux feldspaths basiques.

Ces derniers sont de plusieurs sortes. En premier lieu, on observe du labrador caractérisé par sa bissectrice aiguë n_g et par des angles d'extinction de 18 à 20° constatés sur Sn_g. Il existe aussi du labrador-bytownite, car deux individus sectionnés suivant Sn_g ont présenté des angles d'extinction de 31 et de 32°.

Enfin, un individu a donné perpendiculairement à n_g un angle d'extinction de 42° qui permet de conclure à la présence exceptionnelle de la bytownite.

Il est à remarquer que les cristaux basiques zonés s'entourent à leur périphérie d'une bordure d'andésine et d'andésine-oligoclase, de telle sorte que l'on peut voir au centre une section à bissectrice aiguë n_g et à la périphérie une bande à bissectrice obtuse n_g.

Ainsi dans cette roche, on trouve au premier temps de consolidation des feldspaths appartenant au moins à sept types différents : anorthose, sanidine associée à l'anorthose (1), andésine-oligoclase, andésine (2), labrador, labrador-bytownite et bytownite.

Les microlites sont aplatis suivant g^1 (010), lamelleux. Vus sur la tranche, ils présentent la macle de l'albite, ils sont donc, au moins pour la plupart, tricliniques. Il serait très possible, en appliquant l'examen en lumière polarisée convergente aux lamelles vues sur leur face d'aplatissement, de reconnaître si parmi ces microlites il y a de la sanidine ou de l'anorthose, mais cette étude n'a pas été faite. Les extinctions sur les sections étroites se font sous

(1) L'association de l'anorthose et de la sanidine se voit bien surtout dans les gros cristaux du basalte de Chastreix. La sanidine s'y distingue très bien de l'anorthose sur les sections Sn_p, car elle est presqu'à un axe.

(2) Associée aux feldspaths basiques.

Digitized by Google

de très petits angles, au plus 2 à 3°, d'où l'on peut conclure que la plupart des microlites en question sont des oligoclases-andésines.

L'analyse en bloc des feldspaths extraits de la roche par l'emploi successif de l'électro-aimant et des liqueurs denses montre nettement la prédominance des feldspaths acides, mais en même temps, par la teneur élevée en chaux constatée, elle témoigne de la présence de feldspaths basiques. Sans l'examen optique préalable, les résultats de cette analyse seraient absolument inexplicables.

		Oxygène.	
Silice	64,0	34,1	
Alumine	21,8	10,1	
Chaux	3,2	0,9	3,6
Soude	6,7	1,7	
Potasse	5,1	1,0	
	100,8		

Poids spécifique, 2,601.

Rapports d'oxygène, 10,1 : 2 : 1,07.

Nous rappellerons, à ce propos, ce que nous avons dit dans le chapitre précédent des feldspaths extraits de la roche similaire mais plus acide de Cliergue.

On y trouve aussi, en effet, l'olivine associé à l'anorthose. mais la comparaison des deux analyses est intéressante en ce qu'elle montre dans la roche de Cliergue la disparition presque complète des feldspaths basiques et justifie l'interprétation que nous avons donnée de la composition minéralogique étrange du groupe de roches considéré (1).

(1) Au lieu d'effectuer, comme je l'ai fait dans la plupart des cas, l'analyse de l'ensemble des feldspaths extraits d'une roche, il serait évidemment préférable de faire plusieurs analyses portant sur les divers feldspaths séparés les uns des autres au moyen des liqueurs denses. L'examen optique et l'étude chimique marcheraient ainsi parallèlement. Mais qui osera entreprendre un pareil travail ?

Digitized by Google

LABRADORITES

Dans la classification que nous avons adoptée, M. Michel Lévy et moi, nous appelons labradorites des roches dépourvues d'olivine et à microlites de labrador. Nous ajoutons l'épithète « augitique », lorsque la roche possède des microlites d'augite, ce qui est de beaucoup le cas le plus fréquent. Les pétrographes étrangers rangent nos labradorites, tantôt dans leurs basaltes sans olivine, tantôt dans leurs andésites à augite (*augit-andésite*).

En créant ce groupe des labradorites, nous avions cru séparer ainsi une catégorie de roches tout à fait distincte des basaltes, l'absence ou la présence de l'olivine servant de critérium absolu. Cependant M. Michel Lévy a montré que dans beaucoup de nos labradorites le manque d'olivine n'était pas aussi complet que nous l'avions cru, que souvent ce minéral y existait encore à l'état de cristaux tout petits, semblables à des microlites. Notre définition a donc perdu une partie de sa précision. Nous estimons, néanmoins, que le groupe des labradorites doit être conservé pour désigner des roches à microlites de labrador dépourvues d'olivine ou ne présentant ce minéral qu'à l'état de cristaux visibles seulement aux forts grossissements.

Labradorite augitique de Dienne (Cantal).

(N° 1057 de la collection du Collège de France.)

Le labradorite augitique de Dienne est une roche d'un noir verdâtre, compacte, très cristalline, qui, même à la loupe, semble composée presqu'entièrement de cristaux d'olivine et d'augite. Le feldspath ne s'y voit à l'œil nu que

Digitized by Google

très clairsemé en individus de plusieurs millimètres de longueur et de largeur, ressemblant à des enclaves.

Au microscope, on distingue deux temps de consolidation. En outre des éléments normaux de la roche, on y aperçoit des squelettes de plusieurs millimètres de longueur d'un minéral résorbé, entièrement épigénisé, et qui, presque certainement, si l'on en juge par sa forme et par ce que l'on sait sur les cas analogues qui sont fréquents, a été primitivement de l'hornblende. A la place de ce minéral on n'observe plus que des agrégats nettement délimités de magnétite, d'augite, de biotite et de chlorite peu biréfringente, s'irradiant des bords vers le centre des groupements.

L'augite, de teinte rose violacée, est abondante aux deux temps de consolidation. Ses cristaux du premier temps présentent des dimensions de 1 à 3^{mm}; ils montrent fréquemment la macle en sablier. Les microlites de cette espèce minérale sont, comme les grands cristaux, bien conformés et sans trace d'altération ; ils sont allongés suivant l'arête verticale.

Les feldspaths sont très abondants, maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite, allongés suivant pg^1 (001) (010). Ils affectent les mêmes caractères aux deux temps de consolidation et ne diffèrent les uns des autres que par leur taille, ceux du premier temps atteignant 2^{mm} de longueur, ceux du second seulement $0^{mm},2$. La fluidalité est peu marquée.

Le feldspath dominant est le labrador, caractérisé par des angles d'extinction de 21 à 23° sur Sn_g et de 60 à 62° sur Tn_p. Des angles d'extinction de 6 à 12° observés sur Sn_g indiquent aussi la présence de feldspaths se rattachant au type andésine.

Une section zonée, voisine de Sn_g dans sa partie centrale

Digitized by Google

et y présentant un angle d'extinction de 23° caractéristique du labrador, a montré à sa périphérie une bordure perpendiculaire à n_g et offrant un angle d'extinction de 42° caractéristique de la bytownite.

Une autre section zonée a pu être caractérisée dans sa partie centrale comme andésine, et à sa périphérie comme labrador.

Il semble que dans cette roche, contrairement à ce qui a lieu d'habitude, les feldspaths aient cristallisé dans l'ordre inverse de leur basicité.

La magnétite est clairsemée en individus à angles arrondis de $0^{mm},2$ de diamètre.

La matière vitreuse qui cimente les cristaux se montre inégalement développée dans les diverses parties d'un même échantillon. Elle est fortement altérée, chargée de chlorite à faible biréfringence et renferme en assez grande quantité un mica brun secondaire à axes très peu écartés.

ANDÉSITES

Les pétrographes français désignent sous le nom d'andésites des roches à deux temps de consolidation, sans olivine, dans lesquelles le feldspath microlitique est triclinique et présente dans la zone pg^1 (001) (010) des angles d'extinction généralement très petits, ne dépassant en aucun cas 12 à 13°. Ce dernier caractère les sépare des labradorites dont les microlites allongés suivant pg^1 présentent dans cette zone des angles d'extinction qui vont jusqu'à 31°.

La triclinicité des microlites des andésites distingue d'autre part ces roches des trachytes dans lesquels les microlites sont formés par de la sanidine.

Les andésites se divisent en deux grandes classes suivant qu'elles contiennent de l'augite en microlites ou qu'elles en

Digitized by Google

sont entièrement ou presque entièrement dépourvues. Nous appelons les premières andésites augitiques et nous caractérisons plus spécialement les autres en ajoutant au nom andésite l'indication du silicate ferro-magnésien prépondérant dans la roche parmi les éléments du premier temps de consolidation.

Parmi les roches de Santorin, les andésites exclusivement à pyroxènes (augite, hypersthène) sont extrêmement répandues. En Auvergne, elles sont au contraire excessivement rares; celles qui sont les plus communes sont les andésites à hornblende, puis viennent les andésites à biotite. Dans ces roches, cependant, l'augite fait rarement défaut, quelquefois même elle est au moins aussi abondante que les autres silicates ferro-magnésiens.

Nous allons passer en revue quelques-unes de ces roches provenant des principaux gisements de la haute Auvergne, en nous attachant, comme nous l'avons fait pour les basaltes et les labradorites, tout particulièrement à la détermination spécifique des feldspaths.

Andésite augitique de Chastel, près Murat.

(N° 1683 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon, vu à l'œil nu, est gris bleuâtre foncé, parsemé de nombreux cristaux d'un blanc laiteux de feldspath dont quelques-uns ont jusqu'à 4 à 5^{mm} dans le sens de leurs plus grandes dimensions. Ils sont aplatis suivant g^1 (010). On aperçoit aussi des petits cristaux noirs d'augite et des squelettes parfois creux d'hornblende. La roche est compacte mais possède une tendance marquée à une division en plaquettes grossières.

Au microscope, elle se montre très cristalline et à deux temps de consolidation bien distincts.

Digitized by Google

L'apatite, en prismes hexagonaux longs de 1^{mm}, est riche en inclusions cinériformes.

L'hornblende brune est presque entièrement résorbée, réduite à des squelettes formés de granules de magnétite et d'augite.

Ce dernier bisilicate est abondant comme élément du premier temps de consolidation. Il est en cristaux d'un vert jaunâtre clair, maclés suivant h^1 (100). On observe aussi, mais exceptionnellement, sur certaines sections g^1 (010), de beaux spécimens d'une macle en croix avec a^1 $(\bar{1}01)$ pour face de jonction comme dans l'augite du basalte de Cussagol.

Le feldspath du premier temps est également très abondant. Les angles d'extinction que l'on observe le plus communément sur Sn_g sont compris entre 18 et 22°. Sur Tn_p, ils se montrent compris entre 61 et 63°. On peut en conclure que le labrador est le feldspath qui domine au premier temps de consolidation. L'andésine existe aussi, comme le prouvent quelques extinctions de 10° environ sur Sn_g et des extinctions de 65 à 66° sur Tn_p. Il y a en outre un feldspath plus acide offrant de très petits angles d'extinction sur les sections perpendiculaires à n_g; c'est presque certainement de l'oligoclase-andésine (1).

Dans les sections zonées, ces feldspaths se présentent du dedans au dehors dans l'ordre de leur acidité croissante. Il est à remarquer toutefois que sur certaines d'entre elles on passe brusquement d'une zone de labrador à une zone d'oligoclase-andésine, sans intermédiaire d'une zone d'andésine. Il semble qu'au moment de la genèse de la roche, le magma a subi dans une certaine période de son évolution un changement rapide et notable de composition chimique,

(1) Les extinctions perpendiculairement à n_p n'ont pas été constatées, ce qui explique la réserve exprimée.

Digitized by Google

d'où résultent ces modifications brusques dans la nature des zones des cristaux en voie d'accroissement.

Il est à remarquer encore que les cristaux de feldspath du premier temps sont frangés, que leur accroissement a continué pendant le second temps par apposition de microlites et que, par suite, il y a tout lieu de penser que les microlites appartiennent au même type spécifique que la partie périphérique des grands cristaux.

Tous les éléments du second temps sont très petits; les microlites de feldspath n'ont pas plus de 0mm,3 à 0mm,4 de long. Ils s'éteignent sensiblement en long. Les microlites d'augite, allongés suivant h^1g^1 (100) (010), sont encore plus petits. Ils sont extrêmement abondants; un grand nombre sont si petits qu'ils polarisent à peine. Les grains octaédriques de magnétite sont également fort nombreux; ils donnent à la roche une grande densité et un cachet basique prononcé. La cristallinité de tous ces éléments est telle et leur nombre si grand, que la matière vitreuse qui les cimente peut à peine être soupçonnée.

Dans la même brèche volcanique, on trouve d'autres blocs d'andésite augitique qui diffèrent à certains égards des précédents. En effet, la série feldspathique du premier temps de consolidation n'est pas exactement représentée de la même manière. D'après les extinctions observées sur les sections perpendiculaires aux bissectrices, on reconnaît que le labrador fait défaut. Il est remplacé par de l'andésine avec des angles d'extinction caractéristiques de 8 à 10° constatés sur Sn_g et de 65° sur Tn_p. En outre, quelques individus isolés présentent des angles de 1 à 3° sur les sections perpendiculaires à n_g et dénotent ainsi la présence de l'oligoclase-andésine. Ainsi, sur des échantillons de la même brèche, affectant le même faciès, à l'œil nu, et même au microscope, on observe des associations feldspathiques

Digitized by Google

différentes, ce qui prouve bien l'hétérogénéité du magma volcanique d'une même poussée éruptive.

Les feldpaths extraits de ce dernier bloc ont été soumis à l'analyse chimique qui a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	58,2	31,0	
Alumine	27,1	12,5	
Chaux	8,8	2,5	4,2
Soude	6,6	1,6	
Potasse	0,5	0,1	
	101,2		

Poids spécifique, 2.682.

Rapports d'oxygène, 7,44 : 3 : 1.

Cette composition correspond à peu près au mélange Ab^3An^2.

Andésite à hornblende de Chastel, près Murat.

(N° 1684 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon considéré est formé par une andésite qui ne renferme plus de microlites d'augite. Il peut être considéré comme un exemplaire du type d'andésite le plus répandu dans la brèche.

A l'œil nu, on y voit en très grande quantité des cristaux de feldspath vitreux et fendillés, longs de 2 à 3^{mm}, offrant un alignement grossier. On aperçoit en outre quelques petits cristaux d'augite et d'hornblende. Le magma qui les englobe est brun foncé vitreux. Le tout constitue une masse friable qui s'écrase aisément au moindre choc du marteau.

Au microscope, la roche présente deux temps de consolidation nettement tranchés.

Comme cristaux du premier temps, on distingue : apatite abondante et riche en inclusions cinériformes, magnó-

Digitized by Google

tite, biotite, hornblende brune, augite et feldspath triclinique.

La biotite douée d'un polychroïsme intense est fortement résorbée ; elle est à deux axes très rapprochés.

L'hornblende beaucoup plus fréquente que la biotite est entourée d'une bordure de résorption et quelques-uns de ses individus sont en outre pénétrés de magnétite le long de leurs clivages. L'extinction se fait sous un angle de 12° sur la face g^1 (010). Le polychroïsme est intense dans les tons bruns ; suivant n_p l'absorption est faible, suivant n_g et n_m elle est forte et peu différente d'intensité.

L'augite est d'un vert jaunâtre, sensiblement dépourvue de polychroïsme. Un individu d'augite observé sur l'une des préparations étudiées, a présenté cette particularité qu'il était enclavé dans une hornblende et séparé de celle-ci par une bordure composée de petits grains des deux minéraux doués d'orientations variées.

Le feldspath du premier temps de consolidation paraît appartenir principalement à deux types feldspathiques distincts ; d'une part, à l'andésine, comme l'indiquent les extinctions de 8 à 10° constatées sur Sn_g et de 65° sur Tn_p, et, d'autre part, à l'oligoclase-andésine, comme le prouvent des extinctions de 1 à 3° constatées sur des sections perpendiculaires à n_g.

La fluidalité est très accusée. Les microlites feldspathiques sont disposés en faisceaux serrés ; ils s'éteignent sensiblement en long. La plupart sont tellement petits qu'ils ne sont plus que des cristallites agissant à peine sur la lumière polarisée. Ils sont associés à des granules de magnétite et à des globulites brunâtres.

La matière vitreuse qui les englobe est incolore et chargée de tridymite. On l'aperçoit facilement dans tous les interstices que laissent entre eux les éléments cristallisés.

Digitized by Google

Andésite à hornblende du Lioran (Cantal).

(N° 359 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon considéré provient d'un dyke visible sur le bord du chemin de fer, entre le Lioran et Murat. Le dyke en question coupe la voie entre le quatrième et le cinquième ravin, à partir de la gare du Lioran.

La roche est d'un gris clair, rugueuse au toucher, très résistante. On y voit à l'œil nu des grains cristallins de feldspath de 1 à 2^{mm} dans tous les sens, et des petits cris taux noirs miroitants d'hornblende.

Au microscope, on distingue deux temps de consolidation bien tranchés.

Les minéraux du premier temps sont : apatite, magnétite, hornblende brune, augite vert clair, biotite et feldspath triclinique.

L'apatite est riche en inclusions cinériformes, l'hornblende en partie résorbée, l'augite intacte. La biotite est très clairsemée, ses lamelles se présentent contournées par suite des mouvements subis au moment de l'épanchement.

Les feldspaths, très abondants, sont riches en inclusions vitreuses et maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite. Ils appartiennent à deux types spécifiques principaux : à l'andésine caractérisée par des extinctions de 8 à 10° sur Sn_g et de 63 à 65° sur Tn_p et à l'oligoclase-andésine indiquée par des extinctions assez nombreuses de 2 à 5° sur des sections perpendiculaires à n_g.

La fluidalité est bien accusée.

Les microlites feldspathiques sont petits, mais cependant bien caractérisés comme minéraux tricliniques. Ils sont allongés suivant l'arête pg^1 (001) (010) et s'éteignent sensiblement en long. Ils sont accompagnés dans le magma fon-

Digitized by Google

damental par de la magnétite et par un spinelle vert brunâtre translucide, en petits octaèdres.

L'analyse en bloc des feldspaths extraits de la roche a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	58,9	31,45	
Alumine	27,8	12,85	
Chaux	6,6	1,89	3,65
Soude	6,1	1,58	
Potasse	1,0	0,18	
	100,4		

Poids spécifique, 2,665.

Rapports d'oxygène, 7,3 : 3 : 0,85.

La composition trouvée correspond à peu près à Ab^2An^1.

L'excès de silice et d'alumine trouvé s'explique par un commencement d'altération des feldspaths et par la présence de la tridymite, peut-être aussi par la présence dans la matière analysée d'une petite quantité de magma du second temps (1).

Andésite à hornblende de Pignon, près Murat (Cantal).

(N° 488 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon considéré provient de la brèche andésitique du Cantal, exploitée à deux kilomètres environ de Murat, sur la route de Saint-Flour. Il est d'un gris clair, légèrement bleuâtre, caverneux, rugueux au toucher.

A l'œil nu on n'y aperçoit que des cristaux de feldspath et quelques lamelles d'hornblende clairsemées dans une pâte très cohérente.

(1) (Voir ci-après, page 533, pour l'analyse de ce magma et la comparaison de sa composition avec celle du feldspath en grands cristaux.

Digitized by Google

Au microscope, ce qui frappe tout d'abord dans cette roche à deux temps de consolidation, c'est l'état scoriacé du feldspath en grands cristaux; c'est aussi l'abondance de la magnétite au second temps et l'altération de la matière vitreuse.

L'apatite est chargée de rangées d'inclusions cinériformes.

L'hornblende, entièrement résorbée, est remplacée par des agrégats de granules de magnétite plus ou moins altérés, associés à quelques grains d'augite.

Le bloc étudié provient probablement d'un épanchement d'andésite à hornblende lentement recuit et soumis ensuite à toute la série des accidents volcaniques secondaires. Le feldspath en grands cristaux a commencé par cristalliser rapidement dans des conditions de trouble qui donnent à la partie centrale des individus un faciès scoriacé très curieux, tandis que la cristallisation s'étant terminée lentement, la partie périphérique des mêmes cristaux est zonée et composée de couches minces emboîtées. On observe les macles de Karlsbad et de l'albite sur presque tous les individus et plus rarement la macle de Baveno.

Des extinctions de 20 à 22°, constatées sur Sn_g et de 60 à 62° sur Tn_p indiquent le labrador comme espèce feldspathique prédominante. La bordure des cristaux zonés est formée par de l'andésine qui a donné des angles de 64 à 65° sur Tn_p.

Tandis que l'hornblende n'est plus manifestée que par ses formes squelettiques, l'augite, assez fréquente au premier temps, est intacte. Elle fournit aussi quelques rares microlites au second temps.

Les microlites feldspathiques, très abondants, sont disposés en traînées fluidales; ils sont légèrement aplatis suivant g^1 (010), très allongés suivant pg^1 (001) (010). Ils

Digitized by Google

s'éteignent sous des angles qui ne paraissent en aucun cas plus grands que 5° et offrent de nombreux exemples de macles polysynthétiques suivant la loi de l'albite. Ces caractères permettent d'affirmer que la plupart d'entre eux sont de l'oligoclase-andésine.

Les granules de magnétite sont en grande partie transformés en limonite.

La matière vitreuse est trouble par suite de la présence de produits de décomposition trop petits pour pouvoir être déterminés. Elle diffuse fortement la lumière sur les préparations vues en lumière réfléchie.

D'après ce qui vient d'être dit, on voit que cette andésite offre certains caractères de basicité qui la montrent tendant au passage à l'andésite augitique.

Andésite à hornblende de Fraisse-Haut (Cantal). — Dyke au débouché du ruisseau de la Bourgade.

(N° 459 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon est d'un gris foncé, poreux, rugueux au toucher. On y voit à l'œil nu des petits cristaux de feldspath allongés comme des microlites et alignés en traînées fluidales. On aperçoit en outre de fines aiguilles d'hornblende noire.

Au microscope, l'aspect de la roche est celui d'une obsidienne imparfaite dans laquelle a seulement commencé la dévitrification du magma et la formation des minéraux du second temps. La matière vitreuse est abondante et la fluidalité fortement accusée par les trainées diversement teintées qu'elle présente, ainsi que par l'alignement des cristallites et des microlites qui y sont charriés.

Comme élément du premier temps de consolidation, on remarque de l'apatite dépourvue d'inclusions cinériformes,

Digitized by Google

comme cela s'observe souvent dans les andésites riches en matière vitreuse, de la magnétite, de l'hornblende brune, de l'augite d'un vert très pâle, presque incolore et des cristaux nombreux de feldspath triclinique.

L'hornblende ne présente aucune trace de résorption. Ce fait s'observe fréquemment dans les andésites brusquement consolidées, de telle sorte que la cristallisation des éléments du second temps est imparfaite et les modifications ordinaires des cristaux du premier temps arrêtées dans leur développement. Le polychroïsme de cette hornblende est très prononcé; on observe une teinte brun foncé suivant n_g et n_m et une teinte brun clair suivant n_p. L'angle d'extinction sur g^1 (010) est d'environ 12°.

L'augite dépourvue de polychroïsme offre des macles polysynthétiques suivant h^1 (100).

Le feldspath, maclé suivant les lois de Karlsbad et de l'albite et zoné, doit être presque exclusivement rapporté au type labrador, car je n'ai pu constater d'autres extinctions que de 20° à 23° sur Sn_g et de 60° à 62° sur Tn_p.

Le magma du second temps renferme de nombreux microlites de feldspath allongés suivant pg^1, très petits (0mm,03 à 0mm,005 de longueur) à extinction sensiblement longitudinale. Les globulites de matière vitreuse brune et les granules de magnétite qui les accompagnent sont inégalement distribués. Entre les traînées qui en sont chargées on aperçoit des espaces incolores occupés par de la matière isotrope contenant seulement quelques minces lamelles micacées qui semblent être des produits de décomposition.

Il est à remarquer que dans cette roche filonienne il n'existe pas de mica noir, bien qu'elle soit tout à fait voisine d'un filon d'andésite micacée à biotite offrant un

Digitized by Google

caractère lamprophyrique très marqué. Ces dykes coupent la brèche andésitique qui forme d'épais amas dans la localité de leur gisement.

Les feldspaths de la roche, extraits au moyen de l'emploi successif de l'électro-aimant et des liqueurs denses, ont été analysés en bloc. Leur composition est la suivante :

		Oxygène.	
Silice	54,5	29,1	
Alumine	30,1	14	
Chaux	11	3,14	4,28
Soude	4,1	1,07	
Potasse	0,4	0,07	
	100,1		

Poids spécifique, 2,709.

Rapports d'oxygène, 6,24 : 3 : 0,92.

La composition ci-dessus correspond à peu près à la formule Ab^3An^4.

Andésite à hornblende de la Chassagne (Cantal).

(N° 521 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon considéré a été emprunté à un gros bloc d'environ dix mètres cubes gisant à la surface de la cinérite qui recouvre le plateau de la Chassagne, près Murat. Ce bloc peut n'être qu'un débris d'une coulée d'andésite enlevée par érosion, mais il résulte plus probablement d'un transport glaciaire. Dans cette seconde hypothèse, il proviendrait des hauteurs qui dominent la station du Lioran, où l'on trouve plusieurs bancs épais d'andésite de même structure et de même composition minéralogique.

Digitized by Google

La roche de ce bloc est d'un gris clair, poreuse, rugueuse au toucher, parsemée de petits cristaux de feldspath et d'amphibole de quelques millimètres de longueur, dont les teintes blanche et noire tranchent sur le ton grisâtre de la roche.

Au microscope, on aperçoit des prismes hexagonaux d'apatite riche en inclusions cinériformes alignées, de la magnétite associée souvent à l'apatite qu'elle englobe, de l'hornblende brune, de l'augite d'un gris verdâtre clair et de nombreux cristaux de feldspath triclinique.

L'hornblende est entourée d'une bordure noire de résorption qui envahit complètement les plus petits individus.

Le feldspath du premier temps est maclé suivant les lois de Karlsbad et de l'albite et zoné. Il appartient presque exclusivement au type andésine, si l'on en juge par les angles d'extinction de 8 à 12° constatés sur Sn_g et de 62 à 64° observés sur Tn_p. Un individu zoné sectionné suivant Sn_g a offert un angle d'extinction de 12° dans sa partie centrale et un angle de 8° dans sa partie périphérique.

Le magma du second temps ne renferme pas d'autres éléments cristallisés que des microlites de feldspath à extinction sensiblement longitudinale et des granules de magnétite cimentés par une matière vitreuse incolore chargée de tridymite.

Cette roche peut être considérée comme un spécimen normal des andésites à hornblende en coulées du Plateau central de la France. Non seulement elle présente un degré avancé de cristallinité des éléments du second temps, mais, en outre, la tridymite dont elle est chargée prouve qu'elle a subi l'action prolongée des gaz volcaniques.

L'analyse des feldspaths extraits de la roche a donné les résultats suivants :

Digitized by Google

		Oxygène	
Silice	60,8	32,4	
Alumine	25,2	11,7	
Chaux	7,4	2,1	3,8
Soude	6,5	1,6	
Potasse	0,6	0,1	
	100,5		

Poids spécifique, 2,677.

Rapports d'oxygène. 8,3 : 3 : 0,97.

La composition ci-dessus correspond à peu près à formule Ab^2An^1.

Andésite à hornblende du Plomb du Cantal.

(N° 490 de la collection du Collège de France.)

Cet échantillon provient d'un dyke d'andésite en partie démantelé qui coupe la crête qui se dirige vers le Puy de la Croix, à 300 mètres environ au nord-ouest de l'éminence basaltique formant la cime du Plomb du Cantal.

La roche est d'un gris foncé, parsemée de cristaux de feldspath vitreux et de petits prismes noirs, brillants. d'hornblende. Elle est criblée de cavités irrégulières où l'examen à la loupe permet d'apercevoir des petites lamelles hexagonales de tridymite et néanmoins elle présente une grande cohésion.

Au microscope, elle présente les caractères habituels des andésites à hornblende de l'Auvergne dont elle représente surtout le type le moins vitreux. Elle correspond aux variétés épanchées à la surface du sol en coulées épaisses et refroidies lentement. La fluidalité est très accusée, la matière vitreuse à peine perceptible. Les cristaux du premier temps portent la trace d'une longue élaboration et de

Digitized by Google

phénomènes intenses de résorption. Enfin la structure caverneuse de la roche et l'abondance de la tridymite démontrent sa consolidation superficielle et en même temps l'action exercée sur elle par la vapeur d'eau et les gaz volcaniques acides à haute température.

L'apatite est riche en inclusions cinériformes.

L'hornblende brune, très abondante, est en grande partie résorbée, remplacée par des agrégats de magnétite altérée. L'augite est intacte et renferme de nombreuses inclusions de magnétite; elle est d'un gris verdâtre clair. Elle manque totalement au second temps de consolidation. En quelques points, les cristaux de ce minéral appartenant au premier temps forment de petits amas distincts séparés par voie de ségrégation, comme ceux qui s'observent d'habitude sur l'emplacement des enclaves de quartz résorbées. Cette interprétation est justifiée par la constatation d'une enclave de ce genre dans laquelle le quartz n'a pas entièrement disparu et se montre entouré de la couronne d'augite bien connue des pétrographes.

Le feldspath du premier temps est en cristaux aplatis suivant g^1 (010), maclés suivant les lois de l'albite et de Karlsbad, longs d'environ 1^{mm}.

Des extinctions de 6°, 13°, 22°, 32° et 42° observées sur Sn_g et de 58°, 62° et 67° constatées sur Tn_p montrent l'existence dans la roche des types spécifiques : andésine, labrador, labrador-bytownite et bytownite. Un cristal zoné a présenté des zones alternantes de labrador-bytownite et de labrador.

Un autre est constitué par des zones de labrador et d'andésine. Les types feldspathiques rencontrés sont donc variés et il est difficile de se prononcer sur leur degré de fréquence; on peut cependant affirmer que les plus basiques sont exceptionnels.

Digitized by Google

Les microlites de feldspath sont allongés suivant pg^1 (001) (010), parfois maclés synthétiquement suivant la loi de l'albite. Ils s'éteignent sous des angles très petits.

Cette andésite, bien que normale par l'ensemble de ses caractères, se distingue cependant à deux points de vue :

1° Par la basicité de quelques-uns de ses feldspaths contrastant avec la présence de la tridymite;

2° Par l'existence d'enclaves de quartz.

Son homogénéité n'est donc qu'apparente et sa genèse s'est certainement opérée dans des conditions complexes.

L'analyse des feldspaths extraits de la roche a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	59,6	31,8	
Alumine	26,1	12,1	
Chaux	8,0	2,3	3,75
Soude	4,9	1,25	
Potasse	1,2	0.2	
	99,8		

Poids spécifique, 2,641.

Rapports d'oxygène, 7,9 : 3 : 0,93.

La faible teneur en alcalis montre que les feldspaths ont subi un commencement d'altération.

Andésite à hornblende de Chambeuil, près Murat (Cantal).

(N° 610 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié provient de la brèche andésitique qui occupe à Chambeuil une épaisseur considérable. Il est à noter que la brèche y repose sur un basalte labradorique miocène et qu'elle y est traversée aussi par un épais dyke de basalte labradorique, ce qui contribuera à nous expliquer certaines particularités de la roche examinée.

Digitized by Google

Cette roche est d'un gris foncé, très bulleuse, rugueuse au toucher, laissant à peine apercevoir à la loupe quelques indications de cristaux. Les cavités bulliformes sont revêtues d'un très mince enduit blanchâtre de nature siliceuse.

Vue au microscope, elle présente au premier abord, les caractères normaux des andésites à hornblende du Plateau central. Elle est à deux temps de consolidation très distincts. L'hornblende brune, très polychroïque, environnée d'une bordure de résorption présente ses propriétés optiques, ses clivages et sa macle ordinaires. L'augite vert grisâtre, subordonnée à l'hornblende au premier temps, fait totalement défaut au second. La magnétite est fréquente et bien cristallisée aux deux temps de consolidation.

Le feldspath est zoné et présente ses macles ordinaires; il est riche en inclusions vitreuses, souvent enclavé par l'augite et l'hornblende. Ses cristaux sont nombreux au premier temps. Ses microlites accompagnés d'innombrables granules de magnétite sont disposés au second temps, en traînées fluidales, au sein d'une matière vitreuse incolore. Ils s'éteignent sensiblement en long. Jusque-là, rien que d'absolument régulier, mais en poursuivant l'investigation microscopique, on reconnaît d'abord que l'apatite est dépourvue de ses inclusions cinériformes habituelles et surtout parmi les éléments du premier temps, on aperçoit des éléments accessoires inattendus, d'une part, un mica noir, très foncé à deux axes rapprochés, et d'autre part, de l'olivine en cristaux à angles arrondis, et de petites dimensions ($0^{mm},1$ au plus).

On s'attendrait volontiers, d'après ce dernier fait, à trouver au premier temps de consolidation des feldspaths appartenant exclusivement aux types basiques de cette famille de minéraux. Il n'en est rien. On observe à la vérité, des angles d'extinction de 22° à 24 sur Sn_g et de 59°

Digitized by Google

à 61° sur Tn_p caractéristiques du labrador, mais ce qui se voit surtout, ce sont des extinctions de 6° à 12° sur Sn_p et de 66° à 68° sur Tn_p, qui caractérisent l'andésine.

Remarquons d'ailleurs l'absence totale des microlites d'augite, la petitesse et la rareté des cristaux d'olivine, la fréquence de l'hornblende. La roche est donc bien une andésite à hornblende et non un basalte andésitique. Elle doit probablement son olivine à des enclaves refondues du basalte miocène traversé.

Andésite à hornblende de Cheylade (Cantal).

(N° 578 de la collection du Collège de France.)

La roche est compacte, d'un gris bleuâtre, parsemée de nombreux cristaux de feldspath qui ont jusqu'à 5mm de longueur, et sont aplatis suivant g^1 (010).

On y voit aussi à l'œil nu, beaucoup de petits prismes d'hornblende. Elle provient d'une coulée en place. Au microscope on reconnaît comme éléments du premier temps de consolidation : apatite à inclusions cinériformes, magnétite, hornblende brune, augite et feldspath.

L'hornblende est en partie résorbée, très polychroïque, à très petit angle d'extinction sur g^1 (010). Ses cristaux ont en moyenne, 1mm de long.

L'augite en éléments de moindres dimensions, est vert clair et dépourvue de polychroïsme. Elle fournit au second temps de consolidation quelques individus très petits et clairsemés.

Le feldspath du premier temps est maclé suivant les lois de Karlsbad et de l'albite. Les extinctions de 10° à 12° constatées sur Sn_g et de 63° à 65° observées sur Tn_p montrent que l'andésine est le feldspath dominant. Une extinction

Digitized by Google

de 60° sur Sn_g permet d'affirmer que la roche contient aussi exceptionnellement du labrador.

Les microlites feldspathiques allongés suivant pg^1 (001) (010) et légèrement aplatis suivant g^1 sont disposés en traînées fluidales. Quelques-uns sont maclés polysynthétiquement suivant la loi de l'albite. Leurs extinctions sont sensiblement longitudinales. Ils sont accompagnés dans le magma du second temps par de très nombreux granules cristallins de magnétite. La matière vitreuse incolore qui cimente ces cristaux, est en quantité si petite qu'elle est difficile à constater.

Andésite à hornblende de Combenègre (Cantal).

(N° 583 de la collection du Collège de France.)

Combenègre est l'une des crêtes qui dominent la station du Lioran. L'échantillon étudié a été recueilli au sud-ouest du signal d'altitude 1.686^m; il provient d'un coulée épaisse et en place. La roche est fortement cohérente, à cassure rugueuse. Elle est constituée par un magma gris bleuâtre dans lequel sont irrégulièrement distribués de nombreux cristaux de feldspath vitreux et des petits prismes noirs brillants d'hornblende. Les individus feldspathiques sont recouverts d'un enduit ferrugineux rosé.

Au microscope, cette roche présente le faciès normal des andésites à hornblende du Plateau central. Les deux temps de consolidation sont très distincts. Au premier temps se montrent : apatite avec inclusions cinériformes, magnétite, hornblende brune, augite et feldspath triclinique. Au second temps on aperçoit : microlites de feldspath et granules de magnétite, l'augite y fait entièrement défaut.

L'hornblende présente un commencement de résorption, manifesté par un étroit ourlet de magnétite dont elle est

Digitized by Google

bordée. Elle est fortement polychroïque et présente sur g^1 (010) un angle d'extinction de 1 à 2°.

Le feldspath du premier temps est maclé suivant les lois de Karlsbad et de l'albite, aplati suivant g^1 (010). L'espèce dominante est le labrador-bytownite, comme l'indique la fréquence des extinctions de 30° à 33° sur Sn_g et de 58° à 59° sur Tn_p. Ce feldspath est accompagné de labrador en moindres proportions. J'ai observé, en effet, un angle d'extinction de 20° sur Sn_g et un angle de 60° sur Tn_p, caractéristiques de ce feldspath.

Il est très curieux de constater la prédominance de feldspaths aussi basiques dans une roche de faciès aussi acide.

Les microlites de feldspath du second temps sont très petits, pour la plupart non maclés; ils s'éteignent sensiblement en long. Ils sont disposés en traînées fluidales tellement serrées que la présence de la matière vitreuse interposée est difficile à constater même aux plus forts grossissements.

Andésite à hornblende et haüyne de Bataillouze (Cantal).

(N° 613 de la collection du Collège de France.)

Le puy de Bataillouze est l'extrémité de la crête qui domine la gare du Lioran du côté nord. Il est constitué par des dykes de la même roche. L'échantillon étudié provient de l'un de ces dykes qui affleure au sud du signal d'altitude 1.686 mètres.

La roche est d'un gris clair, poreuse, rugueuse au toucher, parsemée de cristaux de feldspath vitreux de 2 à 3^{mm} de long et de prismes noirs d'hornblende longs de 1 à 2^{mm}, et creusée de cavités tapissées de tridymite. Vue au microscope, elle montre les éléments suivants au premier temps

Digitized by Google

de consolidation : apatite, magnétite, haüyne, hornblende, augite, feldspath triclinique.

L'apatite est dépourvue d'inclusions cinériformes, ce qui n'a rien d'étonnant, eu égard à la nature du gisement (filon étroit où la matière fondue a probablement subi un refroidissement rapide).

La magnétite est en octaèdres à angles arrondis, dont les dimensions moyennes sont de $0^{mm},5$.

L'haüyne est bien cristallisée, mais altérée; elle est jaunie particulièrement sur ses bords et parsemée d'arborescences cristallines de formation secondaire. Elle ne présente ni clivages, ni inclusions, et est absolument sans action sur la lumière polarisée. Elle est en trop petite quantité dans la roche pour que l'on songe à rattacher celle-ci aux phonolites.

L'hornblende est brune, fortement polychroïque dans les tons bruns, avec minimum d'absorption suivant n_p et teintes presqu'égales suivant n_g et n_m. Elle ne présente aucune trace de phénomène de résorption, caractère qui concorde avec l'absence d'inclusions cinériformes dans l'apatite.

L'augite est d'un gris verdâtre, sans polychroïsme appréciable, assez fréquente et presque aussi développée que l'hornblende.

Le feldspath maclé suivant les lois de Karlsbad et de l'albite, est très zoné; il offre sur les sections perpendiculaires à n_g des extinctions roulantes qui rendent les observations angulaires difficiles et un peu incertaines.

Le feldspath dominant paraît être l'andésine, comme cela paraît résulter de plusieurs extinctions de 12° à 14° observées sur Sn_g; mais une extinction de 20° constatée sur Sn_g et une de 61° observée sur Tn_p indiquent en même temps la présence du labrador. Un individu zoné sectionné

Digitized by Google

suivant Sn_g a présenté dans sa partie centrale l'angle d'extinction du labrador, et à sa périphérie celui de l'andésine. Enfin, un cristal de très petites dimensions, formé probablement à la fin du premier temps, a offert une extinction d'environ 3° seulement, sur une section perpendiculaire à n_g ce qui le rattache à l'oligoclase-andésine.

Au second temps, les microlites de feldspath sont légèrement aplatis suivant g^1 (010). Ils sont tellement petits qu'ils ne se voient guère que sur la tranche, cependant on peut constater qu'ils sont tricliniques, et que leurs extinctions sont sensiblement longitudinales. Ils sont alignés en traînées fluidales, aocompagnés de quelques rares microlites d'augite et d'innombrables granules cristallins de magnétite.

La matière vitreuse qui cimente tous ces éléments est incolore, et peut être distinguée en beaucoup de plages malgré l'abondance des microlites.

Andésite à hornblende d'un dyke du ravin d'Alagnon (Cantal).

(N° 572 de la collection du Collège de France.)

Au-dessous et à l'est de la gare du Lioran, l'Alagnon s'enfonce dans un ravin profond où l'on observe une série de dykes d'andésite d'aspects variés et de dimensions diverses. L'échantillon étudié provient de l'un de ces dykes.

La roche qui le constitue est noire, compacte, finement cristalline, parsemée de nombreux cristaux de feldspath vitreux de 3 à 5^{mm} de longueur, irrégulièrement distribués.

Au microscope, elle se montre très cristalline et à deux temps de consolidation bien distincts.

On observe au premier temps : apatite, magnétite, hornblende brune, biotite, augite vert clair et feldspath triclinique.

Digitized by Google

L'apatite est riche en inclusions cinériformes, l'hornblende a subi un commencement de résorption, la biotite est tout à fait accessoire.

Le feldspath est maclé suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline. Des angles d'extinction de 11° à 13° sont ceux que l'on observe le plus ordinairement sur Sn_g, mais on observe aussi sur les sections de ce genre des extinctions de 22° à 24°, d'où l'on peut conclure à la présence simultanée dans la roche de l'andésine et du labrador. En outre, une extinction de 6° sur une section perpendiculaire à n_g indique la présence d'un feldspath plus acide. Ce même feldspath s'observe dans une section zonée perpendiculaire à n_g, où l'on constate de dedans au dehors, sur les zones successives des angles d'extinction de 24°, 11° et 6°. La zone intérieure est gris bleuâtre et franchement perpendiculaire à une bissectrice aiguë, la zone extérieure au contraire est d'un blanc pur et semble bien en lumière convergente presque perpendiculaire à une bissectrice obtuse.

Une seule section perpendiculaire à n_p a été constatée sur les préparations étudiées, elle a présenté un angle de 62° se rapportant à un labrador (1).

Les microlites des feldspaths, dont quelques-uns offrent la macle polysynthétique de l'albite, présentent de très petits angles d'extinction. Enfin, il existe une matière vitreuse brune, dont on constate aisément la présence entre les éléments cristallisés.

Certains caractères de cette roche semblent se contredire

(1) Il est à noter ici, que dans les préparations microscopiques, on ne rencontre jamais en égale proportion les sections perpendiculaires à chacune des deux bissectrices. Presque toujours dans une préparation, les sections perpendiculaires à l'une des deux bissectrices sont très prédominantes par rapport aux sections perpendiculaires à l'autre, ce qui tient à ce que les cristaux sont toujours plus ou moins alignés.

Digitized by Google

mutuellement. L'apatite par ses inclusions, l'hornblende par ses phénomènes de résorption, le feldspath par sa structure zonée démontrent le refroidissement lent du magma producteur de la roche. Le mouvement lent de ce magma pendant l'acte de la consolidation est d'ailleurs attesté par la fluidalité médiocre dont il porte l'empreinte. Ce sont des conditions que l'on trouve presque toujours réalisées dans les coulées, souvent dans les dykes épais, moins fréquemment dans les dykes minces et rarement dans les produits de projection. Le dyke qui a fourni l'échantillon étudié est épais, la matière qui le constitue présente une fluidalité moyenne, il n'est donc pas étonnant que la roche possède les caractères ci-dessus indiqués. Mais, d'autre part, la matière vitreuse brune que l'on y rencontre, caractérise les magmas dans lesquels la cristallisation n'a pas eu le temps de s'achever.

On voit donc que dans ce cas, le refroidissement a été lent, mais pas assez cependant pour permettre l'achèvement du travail moléculaire qui préside à la cristallisation. Le départ des éléments ferrugineux du magma ne s'est pas opéré en totalité, en un mot, le recuit a été incomplet.

Andésite à hornblende d'un dyke du ravin d'Alagnon.

(N° 504 de la collection du Collège de France.)

Le dyke en question est situé en amont du précédent, en face d'un buron connu sous le nom de buron d'Allanche. C'est un dyke épais, d'apparence domitique. La roche qui le constitue est d'un gris rosé de teinte très claire. Elle est très poreuse, rugueuse au toucher, parsemée de cristaux de feldspath vitreux et de petits prismes noirs d'hornblende.

Digitized by Google

Quand on l'examine au microscope, on reconnaît que c'est bien une andésite à hornblende, mais on est frappé de l'intensité des phénomènes d'altération qu'elle présente.

L'apatite, si constante dans les andésites à hornblende de l'Auvergne, fait défaut; la magnétite, rare au premier temps de consolidation, mais fréquente au second temps sous forme de granules à contours grossièrement octaédriques, est transformée en limonite.

L'hornblende ne présente aucune trace de phénomènes de résorption, mais presque tous ses individus présentent une teinte rougeâtre générale.

L'augite porte également la marque d'une imprégnation ferrugineuse. La couleur vert clair normale de ses cristaux est remplacée par des teintes jaunes plus ou moins foncées provenant d'une suroxydation.

La biotite, qui se montre comme élément accessoire, est rougie et a perdu en grande partie sa transparence.

Le feldspath du premier temps offre communément les macles de Karlsbad et de l'albite. Il semble constitué presque entièrement, sinon exclusivement, par de l'oligoclase-andésine. Les angles d'extinction observés sur les sections perpendiculaires à n_g ont varié de 2° à 6°. Les angles d'extinction constatés sur les sections perpendiculaires à n_p ont été trouvés de 70° à 72°. L'angle des axes est très voisin de 90°; il semble bien, par la comparaison des teintes de quelques sections, que n_p est bissectrice aiguë.

Les microlites feldspathiques sont extrêmement petits; ils n'ont pas plus de $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$ de longueur. Ils ne paraissent pas maclés et ne montrent pas d'aplatissement marqué. Ils s'éteignent sensiblement en long et forment des traînées fluidales.

Digitized by Google

La matière vitreuse est abondante, chargée d'opale et de tridymite. Elle possède en lumière réfléchie un pouvoir diffusif intense.

La tridymite se voit en écailles hexagonales imbriquées dans tous les intervalles laissés libres par les microlites. Et, en outre, elle remplit tous les pores de la roche.

Andésite à hornblende, crête de Lapsou (Cantal).

(N° 599 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié a été pris à l'extrémité ouest de la crête ; il provient d'un banc d'andésite en grande partie démantelé.

La roche qui le constitue est d'un gris bleuâtre, parsemée de nombreux cristaux de feldspath vitreux. Le magma de teinte foncée qui enveloppe les cristaux est cristallin, finement grenu. Les individus feldspathiques sont recouverts d'un enduit jaunâtre provenant d'actions secondaires.

Au microscope, la roche se montre très riche en grands cristaux de feldspath zonés, maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite, pauvre au contraire en silicates ferro-magnésiens.

L'apatite, assez rare, contient les inclusions cinériformes habituelles. La magnétite est abondante, particulièrement au second temps de consolidation, sous forme de granules octaédriques. L'hornblende brune est fortement résorbée sur son pourtour. L'augite, d'un vert grisâtre, est intacte ; elle est aussi rare en grands cristaux qu'en microlites.

Le feldspath du premier temps est altéré ; ses fentes et ses clivages sont remplis de chlorite (pennine). Le type feldspathique dominant est le labrador, comme l'indique la fréquence des extinctions de 24° sur Sn_g et de 60° sur

Digitized by Google

Tn_p. Mais ce feldspath est accompagné, en assez forte proportion, d'andésine, car, sur une préparation, j'ai observé trois extinctions de 13° à 14° sur Sn_g et deux extinctions de 64° à 65° sur Tn_p, qui se rapportent à cette espèce minéralogique.

En outre, deux extinctions de 30° à 31° ont été constatées sur Sn_g et une extinction de 58° a été observée sur Tn_p, ce qui démontre la présence du labrador-bytownite. Enfin, une extinction de 38° constatée sur une section à peu près perpendiculaire à n_g dénote l'existence de la bytownite à l'état de minéral accessoire.

On voit donc, en somme, que les feldspaths du premier temps de consolidation de cette roche se rapportent à des types variés dont le plus basique est la bytownite et le plus acide l'andésine.

Les feldspaths en microlites n'appartiennent pas non plus à un type unique. Ils sont allongés suivant pg^1 (001) (010), pour la plupart maclés suivant la loi de l'albite et quelques-uns polysynthétiquement. La plupart s'éteignent sous de très petits angles. Ces extinctions sensiblement longitudinales sont tellement nombreuses qu'elles indiquent sûrement l'oligoclase-andésine comme le feldspath constitutif principal des microlites. Cependant, quelques microlites présentent des grands angles d'extinction et doivent être, d'après la valeur du maximum de ces angles, attribués au labrador.

Ces microlites basiques sont généralement plus grands, en macles à éléments plus nombreux que les microlites d'oligoclase-andésine. Il est probable qu'il existe aussi des microlites d'andésine, mais la démonstration de ce fait ne pourrait être faite qu'au moyen d'une recherche statistique difficile et pénible.

Cette multiplicité des feldspaths parmi les microlites

Digitized by Google

d'une roche n'est pas un fait rare dans les roches andésitiques de l'Auvergne, et presque toujours, comme dans ce cas-ci, ce sont les microlites acides qui prédominent et donnent par conséquent leur cachet à la roche.

Parmi les éléments du second temps, en outre des microlites de feldspath et des granules de magnétite, on aperçoit un très grand nombre de lamelles rectangulaires d'un brun rougeâtre, transparentes, dépourvues de polychroïsme, allongées suivant n_p, assez fortement biréfringentes. Ces lamelles, extrêmement minces vues sur leur tranche, apparaissent sous forme de petits filaments d'un brun noirâtre, opaques. Elles possèdent les propriétés optiques et le faciès de la pseudo-brookite et doivent être probablement rapportées à ce minéral.

Elles sont trop petites pour qu'on puisse en faire convenablement l'étude chimique.

Andésite à hornblende du Viaguin (Cantal).

(N° 1379 de la collection du Collège de France.)

Le Viaguin est un ruisseau torrentueux qui se jette dans la Cère à la sortie du tunnel du Lioran. Il coule dans un ravin qui coupe plusieurs dykes d'andésite. L'échantillon étudié provient de l'un de ces dykes.

La roche qui le constitue est d'un gris clair, rugueuse, assez résistante et cependant criblée de longues cavités bulleuses irrégulières, tapissées d'un léger enduit blanc jaunâtre. A l'œil nu, on y aperçoit des cristaux de feldspath vitreux et de nombreux prismes brillants d'hornblende noire.

Au microscope, on voit que c'est une andésite incomplètement cristallisée. L'apatite y est dépourvue d'inclusions cinériformes et l'hornblende ne présente aucune trace

Digitized by Google

de phénomènes de résorption. De plus, la matière vitreuse qui cimente les cristaux est abondante et offre une teinte brun pâle. Ces caractères sont ceux qui s'observent dans les andésites qui ont subi une consolidation rapide; on ne les observe guère, ni dans les amas épais, ni dans les coulées épanchées à la surface du sol.

L'hornblende brune offre les clivages habituels à ce minéral, la macle suivant h^1 (100), un polychroïsme prononcé avec forte absorption suivant n_g et n_m, un angle d'extinction de 1° sur g^1 (010).

L'augite fait entièrement défaut, aussi bien en grands cristaux qu'en microlites.

La magnétite s'observe aux deux temps de consolidation en individus bien cristallisés.

Les feldspaths du premier temps sont zonés, maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite. Les angles d'extinction constatés sur les sections perpendiculaires à n_g décèlent la présence de l'andésine et de l'oligoclase-andésine. On observe, en effet, d'une part sur les sections perpendiculaires à n_g des angles de 10° à 11° caractéristiques de l'andésine, et d'autre part des angles très petits de 0° à 6° se rapportant à l'oligoclase-andésine. Sur ces dernières sections, l'angle des axes est très voisin de 90°.

Des angles d'extinction de 62° et de 63° observés sur Tn_p se rapportent sans doute à l'andésine, bien qu'ils aient une valeur un peu faible eu égard aux angles d'extinction que fournit ordinairement ce minéral.

En tous cas, sur les sections perpendiculaires à n_g qui sont les plus caractéristiques, on n'aperçoit aucune indication ni de labrador, ni d'aucun autre feldspath basique.

Les microlites feldspathiques sont à la fois aplatis suivant g^1 et allongés suivant pg^1 (001) (010). Ils sont bien développés

Digitized by Google

($0^{mm},1$ à $0^{mm},3$ de longueur). Ils se présentent généralement en macles binaires. Quelques-uns sont maclés polysynthétiquement. Leurs extinctions sont sensiblement longitudinales. Ils forment des traînées fluidales. La matière vitreuse est chargée de minces lamelles imbriquées de tridymite.

L'analyse en bloc des feldspaths extraits de la roche a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	60,5	32,3	
Alumine	26,2	12,2	
Chaux	8,5	2,4	3,9
Soude	5,4	1,4	
Potasse	0,8	0,1	
	101,4		

Poids spécifique, 2,646.

Rapports d'oxygène, 7,94 : 3 : 0,96.

Cette composition correspond à peu près à la formule Ab^3An^1, si l'on part de la considération de la teneur en silice ; elle s'accorde mieux avec la formule Ab^4An^3 si l'on prend pour point de départ le rapport de la chaux à la soude.

Cette difficulté dans le choix de la formule se rencontre souvent quand on cherche à représenter la composition moyenne des feldspaths des andésites de l'Auvergne et presque toujours dans le même sens. Les pétrographes qui admettent l'exactitude rigoureuse de la loi de Tschermak trouveront une interprétation facile de cette anomalie apparente dans ce fait que souvent les feldspaths des andésites ont subi un commencement d'altération et qu'ils sont certainement imprégnés de tridymite.

Digitized by Google

Andésite à hornblende d'Auzolle-Haut (Cantal).

(N° 624 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié provient d'un bloc recueilli dans les parties supérieures des assises de cinérite d'Auzolle-Haut.

La roche est composée de grains de couleur gris clair, de la grosseur d'une lentille, cimentés par une matière d'un gris rosé, d'apparence concrétionnée. Sur les grains, on aperçoit quelques cristaux de feldspath vitreux et des prismes de hornblende. Ainsi, déjà à l'œil nu, on voit qu'il s'agit d'un agrégat de petits fragments pierreux arrondis.

Au microscope, la roche se présente dans les préparations comme une brèche microscopique composée de fragments arrondis soudés ensemble et offrant les types les plus variés d'andésites à hornblende. Ces débris sont des produits de projection qui se sont agglomérés après leur chute. Ils diffèrent les uns des autres par leur degré de cristallinité, les uns laissant à peine apercevoir des traces de matière isotrope, les autres renfermant au contraire en quantité notable de la matière vitreuse, tantôt incolore et tantôt brunâtre. Ils diffèrent encore par le développement relatif des cristaux des deux temps de consolidation, par les dimensions de ces cristaux, par la variation dans la proportion des divers éléments d'un même temps, et enfin par leur degré très variable d'altération.

Comme exemples de ces variations, citons quelques faits : un fragment riche en matière vitreuse d'un brun clair contient de l'apatite dépourvue d'inclusions cinériformes, mais très fendillée ; l'hornblende n'y présente aucune trace de phénomènes de résorption ; le feldspath

Digitized by Google

du premier temps, parsemé de nombreuses inclusions vitreuses, est très brisé ; celui du second temps est clairsemé et n'accuse qu'une disposition fluidale imparfaite ; la magnétite, fréquente au premier temps, est rare au second. On doit conclure de ces faits que le fragment en question provient d'un point du magma dans lequel la séparation des éléments cristallisés du magma était encore très incomplète et sur lequel les actions secondaires n'avaient encore exercé aucune influence notable.

Un second exemple nous sera fourni par un fragment dans lequel la matière vitreuse devenue rare est incolore et parsemée d'innombrables granules de magnétite et de microlites de feldspath alignés fluidalement. L'apatite y est chargée d'inclusions cinériformes violacées ; l'hornblende est entourée d'une bordure de résorption. Ce débris provient de la projection d'une partie du magma plus avancée dans sa consolidation, ayant probablement déjà atteint le voisinage de la surface du sol.

Un troisième type nous est fourni par un fragment dans lequel le magma du second temps est chargé de produits secondaires ferrugineux : hématite et limonite ; les inclusions cinériformes de l'apatite sont devenues jaunâtres. Ici, il s'agit certainement d'un spécimen qui a subi l'action des gaz acides et humides des fumerolles et celle de l'oxygène de l'air.

Cependant l'observation pétrographique montre qu'il existe tous les passages entre ces échantillons et que tous proviennent d'un même magma fondu, dont la composition chimique n'a pas sensiblement varié.

Avec l'apatite, la magnétite, l'hornblende, on trouve dans la roche comme éléments du premier temps de l'augite et du feldspath. L'augite est d'un vert légèrement rosâtre, elle est faiblement polychroïque.

Digitized by Google

Le feldspath dominant est l'andésine accusée par des extinctions de 10° sur Sn_g et de 65° à 69° constatées sur Tn_p. Mais exceptionnellement on distingue deux autres feldspaths; une andésine-oligoclase révélée par une extinction sous un angle voisin de 0° sur une section Tn_g et d'autre part, du labrador indiqué par une extinction de 60° sur Tn_p.

Les microlites de feldspath sont maclés dans la plupart des fragments, allongés suivant pg^1(001)(010), et s'éteignent sensiblement en long, ils appartiennent donc à un type feldspathique acide.

Dans aucun fragment de cette brèche microscopique on n'aperçoit d'augite microlitique.

Andésite à hornblende du Lioran.

(N° 359 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié provient d'un dyke qui coupe le talus du chemin de fer entre le Lioran et Murat, entre le quatrième et le cinquième ravin que l'on rencontre à partir de la gare du Lioran.

La roche est d'un gris clair, compacte, parsemée de cristaux de feldspath de 2 à 3^{mm} de long et de petits prismes miroitants, brun foncé, d'hornblende.

Au microscope, la roche est à deux temps de consolidation distincts et la fluidalité bien accusée. Le feldspath du premier temps est riche en inclusions vitreuses brunes. Il présente les macles de Karlsbad et de l'albite; il est abondant. Les autres minéraux du premier temps sont : l'hornblende brune à très petit angle d'extinction sur g^1 (010), en partie résorbée, l'augite vert clair, la biotite rare et souvent en lamelles contournées, la magnétite en grains arrondis, l'apatite riche en inclusions cinériformes.

Digitized by Google

Le feldspath qui domine au premier temps est l'andésine caractérisée par des angles de 63 à 65° sur Tn_p et de 8 à 10° sur Sn_g. On observe aussi quelques extinctions de 61 à 62° sur Tn_p indiquant la présence d'un feldspath plus basique et inversement quelques rares extinctions de 2 à 5° sur des sections perpendiculaires à n_g témoignant de la présence d'un feldspath plus acide. Sur les cristaux d'andésine perpendiculaires aux bissectrices, on constate que l'angle des axes est très voisin de 90°, les teintes des deux ordres de sections sont presque identiques.

Les microlites feldspathiques sont maclés suivant la loi de l'albite, allongés suivant pg^1. Ils s'éteignent sous de très petits angles. Ils sont accompagnés de petits octaèdres de magnétite et d'un spinelle brun translucide.

Les feldspaths extraits de la roche ont présenté à l'analyse la composition suivante :

		Oxygène.	
Silice	58,9	31,45	
Alumine	27,8	12,85	
Chaux	6,6	1,89	3,65
Soude	6,1	1,58	
Potasse	1,0	0,18	
	100,4		

$d = 2,665$

Rapports d'oxygène, 7,3 : 3 : 0,85.

La faible teneur en alcalis montre qu'il y a eu un commencement d'altération.

Andésite à biotite et hornblende du Lioran.

(N° 293 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié provient d'un dyke qui s'élève comme une muraille verticale au milieu du cinquième ravin que l'on rencontre sur le chemin de fer du Lioran à

Digitized by Google

Murat. La roche qui le constitue est d'un gris bleuâtre clair; elle est parsemée de nombreux cristaux de feldspath vitreux de deux à trois millimètres dans le sens de leur plus grande dimension et de prismes noirs, brillants, d'hornblende de même longueur mais très étroits.

Au microscope on distingue deux temps de consolidation nettement tranchés, la fluidalité est très accusée. Les éléments du premier temps sont : apatite, magnétite, hornblende, biotite et feldspath triclinique. L'apatite est en très petits individus dépourvus d'inclusions cinériformes. La biotite et l'hornblende ne présentent pas de bordure de résorption. La biotite est relativement rare, elle est sensiblement à un axe. L'hornblende est polychroïque dans les tons jaune brunâtre, elle s'éteint sous un angle de 17° sur g^1(010).

Le feldspath prédominant au premier temps est l'andésine caractérisée par des angles d'extinction de 8 à 10° sur Sn_g et de 66 à 68° sur Tn_p.

Exceptionnellement j'ai constaté une extinction de 4° sur une section perpendiculaire à n_g et une extinction de 73° sur une section perpendiculaire à n_p ; d'où l'on peut conclure que l'oligoclase-andésine existe dans la roche à titre accessoire au premier temps de consolidation. L'un et l'autre de ces deux feldspaths sont maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite. Quelques individus sont zonés.

Les microlites sont nettement tricliniques et à petits angles d'extinction, allongés suivant pg^1.

Quelques-uns sont aplatis sur g^1(010) et se montrent sous la forme de petites sections rectangulaires. Ces sections examinées en lumière polarisée convergente se voient perpendiculaires sensiblement à n_g avec écartement d'axes voisin de 90°. On peut en inférer que ces microlites sont

Digitized by Google

formés par de l'oligoclase-andésine. Ils sont associés à des granules octaédriques de magnétite et cimentés par une matière vitreuse incolore difficile à apercevoir.

Les feldspaths extraits de la roche par l'emploi successif d'un électro-aimant et des liqueurs denses ont présenté la composition suivante :

		Oxygène.	
Silice	59,1	31,5	
Alumine	26,5	12,4	
Chaux	9,5	2,73	4,14
Soude	5,2	1,35	
Potasse	0,3	0,06	
	100,6		

Poids spécifique, 2,668.

Rapports d'oxygène, 7,62 : 3 : 1.

L'hornblende de la même roche soigneusement séparée des autres éléments de la roche au moyen des liqueurs denses a offert la composition suivante :

Silice	41,3
Alumine	15,6
Fe^2O^3	11,5
FeO	3,2
Magnésie	13,5
Chaux	13,1
Soude	1,4
Potasse	0,3
	99,9

Poids spécifique, 3,161 (1).

(1) Le procédé de détermination du degré d'oxydation du fer est le même qui a été employé pour la biotite extraite de l'andésite vitreuse de Ramburtet, p. 522.

Digitized by Google

Andésite à biotite et hornblende du Lioran.

(N° 362 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié provient d'un dyke qui borde du côté de l'est le sixième ravin que l'on rencontre en suivant le chemin de fer vers Murat à partir de la gare du Lioran.

La roche de ce dyke est d'un gris clair, parsemée de cristaux de feldspath, dont les dimensions atteignent deux à trois millimètres, de lamelles de biotite, de cristaux d'augite et d'hornblende, de grains de magnétite à peu près de même grosseur.

Au microscope, on distingue, en outre, de l'apatite pourvue de ses inclusions cinériformes habituelles.

Les deux temps de consolidation sont bien distincts. La biotite est à deux axes rapprochés. L'hornblende est vert jaunâtre médiocrement polychroïque; elle est vert brunâtre suivant n_g et n_m, jaunâtre clair suivant n_p. Elle ne présente que de faibles indices de résorption. Elle s'éteint sous un angle de 17° sur g^1 (010).

L'augite est vert clair, faiblement polychroïque dans les tons verts. Quelques individus contiennent des inclusions de biotite formant dans leur intérieur une zone concentrique à leur pourtour.

Tous ces cristaux sont remarquablement frais et intacts.

Les feldspaths du premier temps offrent les macles de Karlsbad et de l'albite. Ils sont fréquemment zonés. L'andésine est l'espèce dominante, si l'on en juge par la fréquence des extinctions de 8 à 12° sur Sn_g et de 64 à 67° sur Tn_p. Cependant il existe aussi accessoirement de l'oligoclase-andésine indiquée par des extinctions de 0 à 4° sur des sections perpendiculaires à n_g avec angle des axes très

Digitized by Google

voisin de 90°. Sur les cristaux zonés, la partie centrale est occupée par l'andésine et la partie périphérique par l'oligoclase-andésine ; cependant un individu zoné sectionné perpendiculairement à n_g a présenté exceptionnellement la disposition inverse (extinctions de 0 à 4° au centre, de 9° à la périphérie).

Au second temps, on distingue uniquement des microlites de feldspath et des granules de magnétite cimentés par une petite quantité de matière vitreuse et alignés en traînées fluidales. Les microlites de feldspaths sont très petits, groupés en faisceaux et maclés. Ils s'éteignent sous de très petits angles.

Andésite à biotite de Peyre-Arse (Cantal).

(N° 532 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié est gris jaunâtre, friable. Il est parsemé de nombreux cristaux de feldspath allongés, de trois à quatre millimètres de longueur, grossièrement alignés.

On y voit en outre quelques lamelles de biotite.

Au microscope, la roche se montre composée de grands cristaux très clairsemés au sein d'un magma cristallitique. L'apatite est riche en inclusions cinériformes, souvent associée à la magnétite et à la biotite dans lesquelles elle constitue des inclusions.

La biotite est à deux axes écartés d'environ 35°. Quelques individus de cette espèce minérale ont subi sur leurs bords des commencements de résorption.

Il existe quelques spécimens très rares d'hornblende brune, bordée d'un ourlet noir de résorption, offrant sur g^1 (010) un très petit angle d'extinction.

Il n'y a d'augite, ni en grands cristaux, ni en microlites. La magnétite, au contraire, existe aux deux temps de con-

Digitized by Google

solidation, mais elle y est très clairsemée, et au second temps elle y est réduite à l'état d'une fine poussière.

Le feldspath du premier temps est maclé suivant les lois de Karlsbad et de l'albite. Il a présenté sur Sn_g des angles d'extinction de 10 à 12° et sur Tn_p des angles de 62 à 65°. L'andésine est, d'après cela, le feldspath dominant en grands cristaux. Peut-être, cependant, est-il accompagné accessoirement d'autres feldspaths.

Le petit nombre des déterminations qui ont été possibles laisse planer quelque incertitude sur la question.

Quant au feldspath du second temps il est représenté par des microlites si petits et si minces que la plupart d'entre eux ne sont que des cristallites agissant à peine sur la lumière polarisée. On peut cependant constater qu'ils s'éteignent sensiblement en long et forment des traînées fluidales.

La matière vitreuse est abondante; elle a subi un commencement d'altération, diffuse la lumière et renferme des produits secondaires trop petits pour qu'on puisse les déterminer.

Andésite à biotite de Chastel, près Murat (Cantal).

(N° 356 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié provient de la brèche andésitique qui forme une butte peu élevée à l'ouest du village de Chastel. La roche qui le constitue est rugueuse, scoriacée; elle présente une pâte violacée, cohérente, qui englobe des petits cristaux d'hornblende, des lamelles de biotite et de très nombreux cristaux de feldspath vitreux longs de troi à quatre millimètres, épais de un à deux millimètres.

Au microscope, on y reconnaît deux temps de consolidation bien distincts.

Digitized by Google

L'apatite, souvent associée à la magnétite et englobée par elle, est fréquente; elle est riche en inclusions cinériformes alignées, le diamètre de ses prismes atteint un demi-millimètre.

. La biotite, à deux axes écartés d'environ 35°, est le silicate ferro-magnésien très prédominant. Suivant n_g et n_m elle est d'un brun extrêmement foncé, suivant n_p elle est presque incolore.

L'hornblende est presque aussi fréquente que la biotite. Elle est polychroïque dans les tons bruns, et s'éteint sous un angle très petit sur les sections g^1(010). L'augite d'un vert clair, sans polychroïsme sensible, est rare.

Le feldspath, maclé suivant les lois de l'albite et de Karlsbad, est zoné. Sur les sections perpendiculaires à n_g on observe des angles d'extinction très variés montrant la multiplicité des feldspaths en grands cristaux de la roche. Les extinctions les plus fréquentes oscillent autour de 12°, mais dans une large mesure, car les angles constatés varient de 10 à 16°, ce qui tient certainement à des superpositions produites par un zonage ultra-microscopique.

On a constaté aussi un angle d'extinction de 65° sur Tn_p. C'est donc l'andésine qui est le feldspath principal. Mais on observe aussi assez fréquemment de l'oligoclase-andésine caractérisée par des angles de 4 à 7° sur des sections perpendiculaires à n_g avec écartement d'axes très voisin de 90°. D'autre part, on constate sur Sn_g quelques extinctions de 20 à 25° caractéristiques du labrador; et même, deux extinctions de 30 et 32° appartenant à un labrador-bytownite ont été observées sur des sections perpendiculaires à n_g. Un cristal zoné sectionné suivant cette même orientation a présenté dans sa partie centrale une extinction de 16°, et dans sa partie périphérique une extinction de 7°. Dans la zone centrale n_g est franchement bissectrice aiguë, dans la

Digitized by Google

zone périphérique l'angle des axes est très voisin de 90° (1). Les microlites feldspathiques sont rarement maclés, ils sont allongés suivant pg^1(001)(010) sans aplatissement marqué suivant g^1. Ils s'éteignent sensiblement en long. Les granules de magnétite qui les accompagnent sont très clairsemés.

La matière vitreuse incolore qui les enveloppe est altérée comme le prouve son pouvoir diffusif intense. La tridymite abonde dans les cavités et les fentes de la roche, et la matière vitreuse en est imprégnée. On aperçoit les lamelles imbriquées de ce minéral dans tous les points où les microlites laissent entre eux le moindre écart.

Andésite à biotite de Marniac (Cantal).

(N° 1593 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié est d'un gris clair, saccharoïde, presque homogène d'aspect, rugueux au toucher.

On n'y aperçoit à l'œil nu que quelques cristaux de feldspath en petites lamelles et des taches brunâtres encore plus rares provenant de biotite ou d'hornblende altérée.

La rareté et l'altération profonde des cristaux du premier temps de consolidation sont encore plus manifestes au microscope. La biotite et l'hornblende sont presque entièrement résorbées et la magnétite elle-même, fréquente surtout au second temps, est en grande partie transformée en limonite.

Le feldspath en grands cristaux a présenté sur Sn_g des angles d'extinction de 8 à 10° et sur Tn_p des angles de 65

(1) La zone centrale est de teinte gris bleuâtre au maximum d'éclat, les sommets des branches d'hyperboles arrivent seulement au bord du champ quand on amène la trace du plan des axes à 45° des sections principales des nicols. La zone périphérique est d'un blanc grisâtre et les sommets des hyperboles sortent du champ, dès que la trace du plan des axes est à 15° environ de la section principale de l'un des nicols.

Digitized by Google

à 68°. Ces angles indiquent la présence de l'andésine comme feldspath prédominant au premier temps.

L'intérêt qui s'attache à cette roche vient surtout de la considération des microlites feldspathiques. Ceux-ci sont très aplatis suivant g^1 (010) et se présentent par suite, tantôt sous forme de larges lamelles visibles sur cette face, et tantôt sous forme de petits prismes allongés suivant des orientations diverses quand les sections s'éloignent de la face g^1. Sur les sections allongées on reconnaît que les cristaux sont pour la plupart en macles binaires et que le plus souvent les angles d'extinction sont très petits.

Généralement, quand les microlites se présentent dans ces conditions, les pétrographes ont l'habitude de les considérer comme des microlites de sanidine, cependant dans ce cas-ci, il est facile de démontrer qu'ils sont formés très probablement par un feldspath de la série calco-sodique. La face d'aplatissement observée en lumière convergente se montre à peu près perpendiculaire à n_g, l'image que l'on aperçoit est légèrement décentrée, mais ce décentrage peut être attribué à ce que la section n'est pas faite rigoureusement suivant g^1 (010), il n'y a donc pas lieu d'en tirer une conclusion quelconque; mais on peut être plus affirmatif en partant de l'observation de l'écartement des axes.

En effet, dans les roches volcaniques de l'Auvergne, toutes les fois que l'on a affaire à de la sanidine authentique, on peut être certain qu'on y constate un petit écartement d'axes. Quelquefois même cet écartement est si petit que le minéral paraît à un axe; en tous cas l'angle des axes ne dépasse jamais 40°.

L'anorthose présente aussi un écartement d'axes qui ne dépasse pas 60°. Au contraire, les feldspaths calco-sodiques présentent toujours un écartement d'axes qui dépasse 75° et souvent se rapproche de 90°.

Digitized by Google

Sur les sections perpendiculaires à n_p il serait facile, d'après cela, de distinguer par ce caractère la sanidine et l'anorthose des autres feldspaths.

Malheureusement, quand il s'agit de microlites comme dans notre cas, les sections perpendiculaires à n_p sont difficiles à découvrir, et leur étroitesse les rend d'ailleurs impropres en général aux observations en lumière convergente. C'est donc aux sections perpendiculaires à n_g, bissectrice obtuse, qu'il faut avoir recours pour opérer le diagnostic. Ces sections se rencontrent aisément, et quand on emploie l'objectif à immersion elles donnent de jolies images en lumière convergente.

On les utilise en cherchant, suivant un procédé proposé par M. Michel Lévy, l'angle dont il faut tourner la platine du microscope pour amener les sommets des hyperboles du centre du champ jusqu'à son bord.

Avec le dispositif que j'emploie, lorsque l'angle des axes est de 90°, il faut chez un feldspath acide opérer une rotation de 22° pour amener le résultat en question. Si l'angle des axes est plus petit, l'angle dont il faut tourner diminue rapidement et quand il s'agit par exemple d'une sanidine à très faible écartement d'axe, une rotation de quelques degrés suffit pour amener les sommets des hyperboles au bord du champ.

Or, si l'on soumet à cette épreuve les microlites lamelleux de notre préparation qui sont sensiblement perpendiculaires à la bissectrice n_g, on voit aisément que la rotation nécessaire pour amener les sommets des hyperboles au bord du champ est précisément celle qui caractérise les écartements d'axes voisins de 90°.

Ce fait démontre donc que les microlites en question sont constitués par un feldspath calco-sodique acide et non par de la sanidine.

Digitized by Google

J'ajouterai encore que la plupart de ces microlites sont zonés, bordés d'une zone étroite plus biréfringente. ce qui s'explique beaucoup mieux dans l'hypothèse d'une association de feldspaths calco-sodiques que dans celle de la sanidine.

Sur les faces d'aplatissement des microlites, on observe parfois les traces du clivage $p(001)$ et alors en mesurant les extinctions par rapport à ce clivage on trouve des angles de 3 à 4° qui correspondent assez bien aux données connues pour les oligoclases-andésines et les oligoclases [1].

La matière vitreuse de la roche est incolore; elle présente des marques très nettes d'altération. En quelques points elle est chargée d'opale et fendillée irrégulièrement comme de la gélatine desséchée. De plus, elle renferme des lamelles d'un mica brun de formation secondaire.

Andésite à biotite du pied nord du Plomb du Cantal.

(N° 24 de la collection du Collège de France.)

Au pied nord du Plomb du Cantal s'étend un vaste cirque que bordent à l'ouest les crêtes du Lioran et que limitent à l'est d'autres crêtes aboutissant au-dessus de la gare du Lioran. Les escarpements du fond du cirque entaillent à leur base des coulées andésitiques qui se présentent sous forme de bancs superposés.

L'échantillon étudié provient de l'une de ces assises. La roche qui le constitue est d'un gris clair avec légère teinte bleuâtre, on y distingue à la loupe des lamelles de feldspath et des points noirâtres à cassure terne.

Au microscope elle peut être considérée comme un type d'andésite à biotite épanchée. Les deux temps de consoli-

(1) L'emploi du procédé de Becke m'avait paru de nature à offrir un mode excellent de contrôle, mais je n'ai pu en tirer parti sûrement à cause de la petitesse des microlites et de la gaine de matière vitreuse peu réfringente qui les revêt.

Digitized by Google

dation sont très distincts. L'apatite est riche en inclusions cinériformes; la biotite abondante est en grande partie résorbée, les cristaux de feldspath souvent zonés sont pour la plupart cassés et disloqués.

La fluidalité est bien accusée.

L'augite assez fréquente en grands cristaux manque entièrement au second temps. Elle est violacée, très faiblement polychroïque, maclée suivant h^1(100), riche en inclusions de magnétite.

La biotite résorbée est généralement remplacée par des squelettes de granules de magnétite. Quelques individus cependant semblent avoir éprouvé un autre genre d'épigénie. On les trouve formés par des agrégats de lamelles de biotite enchevêtrées sans aucune orientation spéciale, associées à de la magnétite et à de l'apatite provenant d'inclusions dans le minéral primitif. La biotite originaire, aussi bien que celle qui a été formée par épigénie, sont l'une et l'autre sensiblement à un axe et très polychroïques.

L'augite forme aussi des agrégats grenus, mais ces agrégats paraissent résulter des ségrégations.

Le feldspath du premier temps est maclé suivant les lois de l'albite et de Karlsbad. L'andésine est le feldspath dominant comme le prouvent les extinctions fréquentes de 7 à 12° que l'on observe sur Sn_g et les extinctions de 63 à 67° que l'on constate sur Tn_p. La diversité des zones paraît plutôt tenir à de légères variations dans la composition de l'andésine qu'à des associations de feldspaths divers, car la différence des propriétés optiques d'une zone à l'autre est ordinairement très faible. Je ferai cependant une exception pour le liseré qui borde presque toujours les cristaux; il est constitué par un feldspath plus acide s'éteignant sur les sections perpendiculaires à n_g sous un angle voisin de 0°.

Digitized by Google

En somme, les feldspaths du premier temps de cette roche appartiennent presque exclusivement à l'andésine. J'ai vainement cherché trace de feldspaths plus basiques.

Les préparations contiennent encore des squelettes de cristaux à section octogonale pourvus de deux clivages à angle droit et remplis de calcite secondaire.

Il est probable qu'il s'agit ici de noséane décomposée.

Les microlites feldspathiques sont très fins, cependant avec un fort grossissement, on y découvre des macles polysynthétiques suivant la loi de l'albite. Ils s'éteignent sous de très petits angles. Ils sont associés à des granules cristallins de magnétite et cimentés par une petite quantité de matière vitreuse incolore.

L'analyse des feldspaths extraits par l'emploi successif d'un électro-aimant et des liqueurs denses, a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	59,4	31,7	
Alumine	25,6	11,9	
Chaux	8,0	2,3	3,9
Soude	5,6	1,4	
Potasse	1,4	0,2	
	100,0		

Poids spécifique, 2,664.

Rapports d'oxygène, 7,91 : 3 : 0,98.

La composition ci-dessus correspond sensiblement à la formule Ab^2An^1. Il y a lieu cependant de remarquer que la chaux est en excès, et la soude en défaut par rapport à ce qu'exige la formule; et l'on ne peut expliquer l'excès de chaux par le carbonate de chaux secondaire de la roche, car la matière analysée a été avant toute opération débarrassée de cette calcite au moyen de l'acide chlorhydrique

Digitized by Google

faible. Il est plus probable que des cristaux de labrador du premier temps ont échappé à l'observation microscopique.

Obsidienne à biotite de Ramburtet.

(N° 38 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié provient d'un filon qui traverse la brèche andésitique et les bancs d'andésite, et qui se montre à découvert près du buron de Ramburtet, à mi-hauteur de l'escarpement sur le flanc nord-ouest du Plomb du Cantal. La roche qui le constitue est noire, vitreuse, parsemée de cristaux blancs de feldspath (1).

Au microscope on distingue au premier temps de consolidation : apatite fréquente, dépourvue d'inclusions cinériformes, magnétite, biotite à deux axes écartés d'environ 15 à 20°, hornblende brune sans aucune trace de phénomènes de résorption, augite vert clair non polychroïque, feldspath triclinique maclé suivant les lois de Karlsbad et de l'albite.

Les lamelles de biotite sont tordues, contournées à leurs extrémités terminales, parfois désagrégées. Elles sont très fortement polychroïques.

L'hornblende polychroïque dans les tons bruns, présente sur $g^1(010)$ un angle maximum d'extinction de 23°. De même que l'augite, elle se montre maclée suivant $h^1(100)$.

Le feldspath est rarement zoné; il est riche en inclusions vitreuses. On observe sur Sn_g des angles d'extinction de 8 à 12° et sur Tn_p des angles de 63 à 66° permettant d'affirmer que l'andésine est le feldspath très prédominant.

(1) Je croirais volontiers que c'est cette roche du Cantal dont parle le professeur Lagorio dans son mémoire sur la composition des roches vitreuses (Min. u. pet. Mitth., t. VIII, p.475), si, au sujet de la composition relative du verre et du feldspath, je n'arrivais à des conclusions diamétralement opposées aux siennes.

Digitized by Google

Cependant sur un échantillon zoné, taillé perpendiculairement à n_g, j'ai pu constater au centre un angle d'extinction de 12° se rapportant à l'andésine et à la périphérie un angle de 4° se rapportant à de l'oligoclase-andésine.

Ces cristaux sont très inégalement distribués dans la roche. Certains échantillons sont entièrement dépourvus d'hornblende et d'augite, d'autres au contraire en renferment presque autant que de biotite.

Au second temps, il n'existe pas de véritables microlites; on n'aperçoit qu'une matière vitreuse d'un brun jaunâtre clair, très abondante, dans laquelle d'innombrables cristallites sans action sensible sur la lumière polarisée et des particules de biotite sont alignés en traînées fluidales.

Les feldspaths extraits de la roche ont présenté à l'analyse la composition suivante :

		Oxygène.	
Silice	57,5	30,6	
Alumine	27,2	12,7	
Chaux	9,2	2,6	4,3
Soude	6,1	1,6	
Potasse	0,5	0,1	
	100,5		

Poids spécifique, 2,656.

Rapports d'oxygène, 7,2 : 3 : 1.

La composition ci-dessus correspond à peu près à la formule Ab^4An^3.

La matière vitreuse provenant de la roche pulvérisée et séparée des minéraux cristallisés au moyen des liqueurs denses se compose de petits grains irréguliers vitreux noirs. Chauffés au rouge, ils perdent 4,17 0/0 d'eau, se gonflent; chaque fragment se transforme en un petit grain

Digitized by Google

arrondi, bulleux, d'un blanc de neige. La composition de la matière vitreuse est la suivante :

Silice	65,84
Alumine	18,56
Fe^2O^3	1,05
Chaux	1,82
Magnésie	0,28
Soude	5,36
Potasse	3,06
Eau	4,17
	100,14

Poids spécifique, 2,339.

J'ai pensé qu'il serait intéressant de déterminer la composition de la biotite faisant partie de la même roche. Ce minéral a été aisément extrait au moyen des liqueurs denses et avant tout traitement soumis à un examen attentif à la loupe.

Un premier chauffage au rouge dans une atmosphère d'acide carbonique a montré qu'il ne se dégageait par la calcination aucune trace de matière volatile.

La matière a été ensuite mélangée avec 79 0/0 de son poids de carbonate de chaux et calcinée au rouge sombre dans l'acide carbonique pour décomposer le carbonate de chaux. La perte de poids éprouvée correspond exactement dans ces conditions à l'acide carbonique dégagé du carbonate de chaux.

Puis le mélange a été chauffé au rouge cerise dans un courant d'hydrogène de manière à ramener à l'état métallique le fer du minéral attaqué par la chaux. La perte de poids par réduction a été déterminée, puis le mélange chauffé au rouge dans un courant d'oxygène et pesé de

Digitized by Google

nouveau. Ces deux opérations permettent, comme on le sait, de reconnaître le degré d'oxydation du fer dans le minéral. Dans notre cas, ces deux opérations successives ont démontré que le fer était au maximum d'oxydation, la perte de poids constatée dans la première pesée étant égale à l'augmentation de poids observée dans la seconde et correspondant d'ailleurs à la teneur en fer établie par l'analyse consécutive.

La composition trouvée est la suivante :

Silice	43,4
Alumine	20,4
Fe^2O^3	9,1
Magnésie	17,1
Chaux	1,7
Soude	0,2
Potasse	8,6
	100,5

Poids spécifique, 2,948.

Andésite à biotite de Lescuno (Cantal).

(N° 566 de la collection du Collège de France.)

Le gisement de Lescuno est formé par un banc d'andésite qui s'étend au-dessus de deux assises épaisses de cinérite. La roche est exploitée à ciel ouvert dans de vastes carrières sur le bord de l'escarpement qui domine près de Murat l'entrée de la vallée d'Albepierre. Elle est d'un gris clair, tachetée seulement de quelques points blancs de feldspath, de quelques lamelles noires de biotite et d'hornblende et de grains de magnétite. Elle est rugueuse, très poreuse et chacune des petites cavités dont elle est criblée est remplie de cristaux de tridymite visibles à la loupe,

Digitized by Google

parfois même à l'œil nu. C'est un excellent exemple des roches d'Auvergne que Poulett Scrope désignait sous le nom de greystones. Elle se laisse tailler et sculpter délicatement. Très tendre quand elle sort de la carrière, elle devient fort dure au bout de quelques jours d'exposition à l'air. Elle provient d'une coulée qui suit la pente actuelle du terrain et borde l'escarpement sur une grande longueur.

L'examen au microscope y montre au premier temps de consolidation : apatite, magnétite, biotite, hornblende, augite et feldspath triclinique.

L'apatite est riche en inclusions cinériformes. La magnétite est très clairsemée à l'état de grands cristaux, mais extrêmement abondante au second temps sous forme de granules d'une grande ténuité.

La biotite est à deux axes rapprochés, elle présente des phénomènes de résorption intenses; la plupart des individus de cette espèce minérale sont non seulement modifiés sur leur pourtour mais chargés dans leur centre de produits ferrugineux; ils ont perdu en partie leur transparence et ressemblent à de la biotite qui a été fortement chauffée. L'hornblende est également très modifiée par les actions résorbantes. Elle est peu fréquente. L'augite est encore plus rare.

Le feldspath est zoné, maclé suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline. Il semble aussi avoir subi à sa surface des phénomènes de corrosion qui dans les coupes rendent ses épaisseurs inégales, c'est pourquoi la plupart des individus se montrent entre les nicols croisés parsemés de taches irrégulières. Le centre des taches correspond même souvent à une perforation remplie de tridymite.

Les extinctions observées sur les sections perpendiculaires aux bissectrices indiquent la présence dans la roche

Digitized by Google

de l'oligoclase-andésine, de l'andésine et du labrador, soit sur des individus différents soit sur des cristaux zonés. Sur les sections perpendiculaires à n_g, les extinctions constatées sont de 1 à 3° (oligoclase-andésine), de 12 à 14° (andésine), de 20° (labrador). Sur les sections perpendiculaires à n_p, il n'a été observé que des extinctions de 65 à 68° caractéristiques de l'andésine.

Les microlites, disposés en traînées fluidales, sont allongés suivant pg^1 (001) (010) sans aplatissement notable. Ils s'éteignent sous de très petits angles, la plupart ne sont pas maclés.

La matière isotrope visible surtout sur les bords des pores de la roche est incolore et chargée d'écailles imbriquées de tridymite. Il est probable qu'elle correspond à la fois à la matière vitreuse, résidu de la cristallisation, et à l'opale résultant des actions secondaires.

Andésite à biotite du Croizet (Cantal).

(N° 8 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié provient de l'extrémité sud d'un épais amas surmontant la brèche andésitique sur la rive gauche de la Cère, en face de Thiézac. Ce massif est coupé à pic par les érosions et forme un escarpement élevé au pied duquel s'étale un chaos de roches provenant du démantèlement de la brèche.

La roche est d'un gris rosé, poreuse, rugueuse au toucher, émaillée de petits cristaux de feldspath de 2 à 3^{mm} de long et de minces lamelles de biotite. Dans les cavités, on aperçoit à la loupe des agglomérations de lamelles de tridymite.

Au microscope, on constate l'existence de deux temps de consolidation bien distincts; la fluidalité est très marquée.

Digitized by Google

Les minéraux du premier temps sont : apatite, magnétite, zircon, biotite et feldspath triclinique. L'apatite est pauvre en inclusions cinériformes, bien qu'elle n'en soit pas complètement dépourvue. Le zircon se montre surtout en inclusions dans la biotite et y développe autour de lui l'auréole fortement polychroïque bien connue.

La biotite est à deux axes rapprochés; ses individus sont entourés d'un ourlet noirâtre dû à des phénomènes de résorption.

Le feldspath prédominant est l'andésine, comme le prouvent les extinctions de 11 à 15° observées sur Sn_g et de 63 à 65° constatées sur Tn_p. Mais on observe, en outre, soit sur des individus isolés, soit sur certaines bandes des cristaux zonés, des extinctions de 2 à 5° sur des sections perpendiculaires à n_g et l'on constate même une extinction de 78° sur une section perpendiculaire à n_p, ce qui conduit à admettre la présence de l'oligoclase-andésine ou peut-être même celle de l'oligoclase.

Le magma du second temps est composé de microlites de feldspath disséminés au milieu d'une matière vitreuse abondante, grisâtre, douée d'un pouvoir diffusif notable.

Les microlites sont assez développés pour se bien prêter à l'étude optique. Ils montrent la macle de Karlsbad, celle de l'albite et même exceptionnellement celle de la péricline. Ils sont allongés suivant pg^1 (001) (010), mais en même temps aplatis sur p et sur g^1, de telle sorte que l'on rencontre beaucoup de petites sections presque rectangulaires perpendiculaires à l'une ou à l'autre des deux bissectrices. Sur un grand nombre, on reconnaît les caractères de l'andésine par les extinctions de 6 à 10° sur Sn_g et de 65 à 66° sur Tn_p. Mais on rencontre aussi, quoique moins souvent, des microlites d'oligoclase-andésine s'éteignant sous des angles de 2 à 3° sur les sections perpendiculaires à n_g et

Digitized by Google

ayant offert un angle d'extinction de 78° sur une section perpendiculaire à n_p. Ces derniers microlites ont un angle des axes voisin de 90° et n_p est bissectrice aiguë.

La matière vitreuse est incolore; elle doit sa teinte grisâtre à ce qu'elle est chargée de globulites brunâtres, de granules très fins de magnétite altérée, de lamelles minces de tridymite que l'on aperçoit en belles écailles imbriquées dans tous les points où les globulites sont localement moins nombreux.

Si l'on définit les andésites par le caractère triclinique de leurs microlites et les trachytes par le monoclinisme des leurs, il est clair que la roche du grand escarpement du Croizet est une andésite et non un trachyte. Du reste, la même conclusion s'impose encore si l'on prend pour base de définition la nature des feldspaths du premier temps de consolidation.

Andésite micacée à biotite d'un dyke de Fraisse-Haut.

(N° 445 de la collection du Collège de France.)

Le dyke en question s'observe sur la route de Murat au Lioran, sur le territoire de Fraisse-Haut, au débouché du ruisseau de la Bourgade. La roche qui le constitue est d'un noir foncé, vitreuse, émaillée de nombreux cristaux de feldspath d'un blanc laiteux, longs de 2 à 3^{mm}, épais de $0^{mm},5$ à 1^{mm}.

Au microscope, le caractère vitreux est également très prononcé; mais, cependant, ce n'est pas une obsidienne, car les cristaux de feldspath existent non seulement au premier temps, mais encore ils sont abondants au second. Ils sont disposés en traînées fluidales qui se détachent au milieu d'une matière vitreuse d'un brun clair, riche en cristallites et parsemées de paillettes de mica noir.

Digitized by Google

Des lamelles de biotite, peu visibles à l'œil nu, se montrent assez fréquentes au premier temps. La biotite en question est à deux axes rapprochés et fortement polychroïque. Elle ne présente aucun phénomène de résorption.

L'apatite est dépourvue d'inclusions cinériformes.

La magnétite en octaèdres bien conformés est clairsemée en grands cristaux et en microlites.

Le feldspath qui prédomine au premier temps est l'andésine caractérisée par des angles de 8 à 12° sur Sn_g et de 64 à 65° sur Tn_p. Je n'ai constaté aucune indication de feldspath plus basique.

Les microlites bien développés présentent seulement un allongement suivant pg^1 (001) (010), sans aplatissement très notable.

On rencontre des sections perpendiculaires à n_p quoique moins aisément que des sections perpendiculaires à n_g et on peut appliquer la lumière convergente aussi bien aux unes qu'aux autres.

On reconnaît ainsi que n_p est bissectrice aiguë, mais que l'angle des axes est très grand, car sur les sections Sn_p les sommets des hyperboles atteignent les bords du champ et ne sortent pas sensiblement au delà (ce qui correspond à peu près à un angle des axes de 80°); tandis que sur les sections Tn_g les sommets des hyperboles sortent légèrement du champ mais seulement pour une rotation de la platine d'environ 20°. Les sections Sn_p sont naturellement entre les nicols croisés de teinte plus grisâtre que les sections Tn_g.

Les sections étroites s'éteignent sous de très petits angles. Les macles binaires sont fréquentes et, de plus, on observe, quoique rarement, des bandes polysynthétiques suivant la loi de l'albite.

Digitized by Google

Il est à remarquer que presque toutes les sections de ces microlites sont sensiblement rectangulaires, même celles qui sont faites perpendiculairement à n_g.

En somme, les microlites de cette roche, malgré leur apparence, ne sont pas formés par de la sanidine, mais bien par une oligoclase ou une oligoclase-andésine.

Les feldspaths extraits de la roche ont été soumis à l'analyse chimique. Leur composition en bloc est la suivante :

		Oxygène.	
Silice	58,8	31,4	
Alumine	27,2	12,7	
Chaux	8,2	2,3	4,1
Soude	6,5	1,7	
Potasse	0,6	0,1	
	101,3		

Poids spécifique, 2,655.

Rapports d'oxygène, 7,43 : 3 : 0,97.

La composition trouvée correspond à peu près à la formule Ab^3An^2.

Andésite à biotite de Rigolet-haut (Mont-Dore).

(N° 1603 de la collection du Collège de France.)

Roche gris clair, poreuse, rugueuse au toucher, parsemée de cristaux de feldspath vitreux, de magnétite, de biotite, d'hornblende et d'augite visibles à l'œil nu.

(L'échantillon provient de l'une des carrières exploitées à Rigolet-haut.)

Au microscope, on aperçoit en outre apatite et sphène.

L'apatite est riche en inclusions cinériformes. La biotite est à deux axes très rapprochés. Elle est très fortement résorbée ; il en est de même de l'hornblende brune qui ne

Digitized by Google

joue qu'un rôle accessoire dans la roche. L'augite d'un vert clair est plus abondante, elle est intacte et englobe les autres minéraux.

Le feldspath qui figure au premier temps est exclusivement triclinique, maclé suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline. Quelques individus sont zonés. L'espèce dominante est l'andésine caractérisée par des angles d'extinction de 7 à 13° sur Sn_g et de 67 à 70° sur Tn_p. La bordure des cristaux zonés paraît formée d'oligoclase-andésine.

Les microlites feldspathiques sont très petits, généralement non maclés ou seulement en macles binaires. Ils sont aplatis suivant g^1 (010), ce qui permet de les observer en lumière convergente. On voit alors que la face d'aplatissement est sensiblement perpendiculaire à n_g, mais les sommets d'hyperbole n'atteignant les bords du champ que pour une rotation de la platine du microscope d'environ 20°, on doit en conclure que l'écartement des axes est voisin de 90°, ce qui prouve que l'on a affaire à un feldspath triclinique et non à de la sanidine. D'après les extinctions, ce feldspath est probablement de l'oligoclase-andésine.

La matière vitreuse incolore qui cimente les cristaux est altérée et chargée de tridymite [1].

Andésite à augite de Sévérac (Cantal).

(N° 51 *bis* de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié représente un type d'andésite assez rare en Auvergne; en effet, on n'y observe ni hornblende, ni biotite, mais seulement de l'augite comme élément

(1) L'étude des réfringences permettrait peut-être de découvrir des microlites de sanidine dans cette roche, mais la présence de la matière vitreuse et la petitesse des microlites rendent difficile l'application du procédé de Becke. En tous cas, cette roche est bien voisine des trachy-andésites où l'existence de microlites de sanidine a été sûrement démontrée.

Digitized by Google

ferro-magnésien, et encore ce minéral y est-il en individus de petites dimensions et peu nombreux.

La roche vue à l'œil nu est scoriacée, très bulleuse. On y aperçoit de nombreux cristaux de feldspath d'un blanc laiteux de 2 à 3^{mm} dans tous les sens. La pâte qui les englobe est d'un gris bleuâtre; ses cavités sont tapissées d'un dépôt ferrugineux.

L'échantillon provient de la brèche andésitique qui forme une assise épaisse au-dessus de Sévérac.

La magnétite est fréquente aux deux temps de consolidation. Ses cristaux du premier temps englobent des prismes nombreux d'apatite pauvres en inclusions cinériformes.

L'augite de teinte violacée est très fendillée; elle n'existe que comme minéral du premier temps.

Les feldspaths en grands cristaux sont maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite. Ils ne sont pas altérés chimiquement, mais souvent cassés et disloqués. Ils renferment des inclusions vitreuses en grande partie dévitrifiées. Le labrador est l'espèce feldspathique dominante, comme le prouvent les extinctions de 17° à 25° degrés observées sur Sn_g et de 60° constatées sur Tn_p. Mais il existe en outre plusieurs autres feldspaths que nous citerons par ordre de fréquence : d'abord de l'andésine manifestée par plusieurs angles d'extinction d'environ 12° constatés sur Sn_g ; du labrador-bytownite indiqué par une extinction de 31° sur Sn_g et une extinction de 58° sur Tn_p; enfin de la bytownite révélée par une extinction de 42° sur une section perpendiculaire à n_g.

Le magma du second temps est riche en microlites feldspathiques maclés suivant la loi de l'albite, allongés suivant pg^1 (001) (010) sans aplatissement marqué. Ces microlites présentent en général de très petits angles

Digitized by Google

d'extinction, le maximum observé est d'environ 6°. Il n'y a certainement pas de microlites de labrador. La fluidalité est très marquée.

Quelques plages de formes irrégulières sont occupées par de la chlorite ou par de la limonite. Dans ces dernières on aperçoit des cristallites de gœthite. Il est permis de supposer que ces plages occupent l'emplacement de cristaux d'olivine disparus, auquel cas la roche ne serait autre chose qu'un basalte andésitique altéré, mais la forme irrégulière des plages en question rend cette hypothèse bien douteuse.

Les feldspaths du premier temps de consolidation ont été extraits de la roche par l'emploi successif de l'électro-aimant et des liqueurs denses, leur analyse a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	53,0	29,3	
Alumine	28,6	13,3	
Chaux	11,4	13,26	4,8
Soude	4,9	1,26	
Potasse	0,4	0,06	
	100,3		

Rapports d'oxygène, 6,6 : 3 : 1,1.
Poids spécifique, 2,679.

Cette composition conduit à la formule Ab^1An^1.

Cette roche a donc bien, d'après cela, comme feldspath prédominant du premier temps, un feldspath basique; j'ai pensé qu'il serait intéressant de se rendre compte de la composition du magma du second temps, dépouillé autant que possible de magnétite. Pour cela, après avoir enlevé la magnétite au moyen de l'électro-aimant, séparé l'augite

Digitized by Google

et le feldspath du premier temps au moyen des liqueurs denses, j'ai mis à part la portion de la poudre essayée surnageant dans un liquide de densité 2,630.

Cette matière, examinée au microscope, s'est montrée presque entièrement composée de débris du magma du second temps ; elle représente donc sensiblement la composition des microlites feldspathiques et de la petite quantité de matière vitreuse qui les enduit.

L'analyse a donné les résultats suivants :

Silice	65,7
Alumine	21,9
Fe^2O^3	1,6
Magnésie	0,3
Chaux	0,6
Soude	5,4
Potasse	4,4
Eau	0,5
	100,4

Poids spécifique, 2,544.

Cette analyse est intéressante à plusieurs points de vue :

1° Elle montre la différence énorme de composition qui existe entre les feldspaths du premier temps et le magma du second temps;

2° Elle confirme dans ce cas particulier la règle que je crois avoir établie le premier et que je n'ai jamais trouvée en défaut, à savoir que le magma du second est plus acide que le feldspath du premier temps;

3° Elle prouve que, même dans une roche essentiellement cristalline comme celle qui nous occupe, la matière vitreuse, bien qu'elle échappe à l'examen microscopique,

Digitized by Google

joue encore un rôle chimique important démontré par la faible teneur en chaux, la teneur remarquablement élevée en potasse et surtout par la faible densité [1].

Les mêmes conclusions se dégagent de la comparaison des feldspaths du premier temps et du magma du second temps pour une autre andésite précédemment décrite page 479, bien que les différences de composition en question soient moins prononcées.

Cette andésite provenant d'un dyke coupé par le chemin de fer entre le quatrième et le cinquième ravin sur la descente du Lioran à Murat a donné, en effet, à l'analyse les résultats suivants :

Feldspath du premier temps.		Magma du second temps.	
Silice	58,9	Silice	66,5
Alumine	27,8	Alumine	19,2
Chaux	6,6	Fe^2O^3	1,1
Soude	6,1	Chaux	2,5
Potasse	1,0	Magnésie	0,4
	100,4	Soude	5,5
Poids spécifique,	2,665.	Potasse	4,9
		Eau	0,9
			101,0
		Poids spécifique	2,533.

Les études chimiques comparatives dont nous venons d'exposer les conclusions s'appliquent à deux types d'andésites très différents; l'andésite de Sévérac est en effet relativement basique, elle confine au basalte andésitique; l'andésite du dyke du Lioran représente au contraire le

(1) L'eau, l'oxyde de fer et la magnésie proviennent de la limonite et de la chlorite, qui imprègnent les éléments normaux analysés. Ils contribuent aussi à en élever le poids spécifique, qui, sans cela, serait certainement encore plus faible.

Digitized by Google

type moyen des andésites à hornblende; enfin ci-avant se trouve l'exposé d'une étude du même genre faite sur une roche plus vitreuse (p. 519). Dans les trois cas, on arrive à des constatations dn même ordre [1].

Trachy-andésite à biotite du Puy-Ferrand (Puy-de-Dôme).

(N° 1372 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié provient du sommet du Puy-Ferrand d'altitude 1,560 mètres. La roche qui le compose est d'un gris clair, rugueuse au toucher, poreuse. Elle empâte de gros cristaux de sanidine maclés suivant la loi de Karlsbad, aplatis suivant g^1, longs de deux centimètres et épais d'un demi-centimètre.

La sanidine en question est presqu'à un axe; elle paraît avoir cristallisé à la fin du premier temps de consolidation, car elle moule tous les autres minéraux en grands cristaux de la roche. Elle englobe même quelques microlites feldspathiques du second temps, comme si sa cristallisation avait persisté au moins pendant la période de début du second temps.

Les minéraux du premier temps sont : apatite, magnétite, biotite et feldspaths.

L'apatite est riche en inclusions cinériformes; elle se montre en prismes hexagonaux qui ont jusqu'à $0^{mm},5$ de longueur et $0^{mm},1$ de largeur, la plupart de ses individus sont associés à de la magnétite qui les enveloppe.

La biotite est à deux axes écartés d'environ 30°; elle est en partie résorbée et bordée d'une couronne de magnétite.

(1) A consulter sur ce sujet mon ouvrage sur Santorin.— Paris, 187 , lib. Masson.
Lagorio (Min. Mit., t. VIII).
Siemiradzki (N. Jahrb. f. Min. Beil. IV, 194).

Digitized by Google

L'augite est légèrement verdâtre ou violacée; la teinte verte domine chez les individus les plus volumineux, la teinte violacée chez les autres, ce qui tient probablement à ce que ceux-ci ont été plus fortement atteints par les phénomènes d'oxydation de la période finale de consolidation. L'augite fait entièrement défaut au second temps.

La magnétite existe au contraire aux deux temps; au premier elle est en individus rarement bien cristallisés; au second, elle est en granules arrondis qui ont rarement plus d'un centième de millimètre de diamètre.

Les cristaux de feldspath triclinique du premier temps sont très abondants; ils sont de plus petite taille que la sanidine qui les accompagne mais bien plus fréquents. L'espèce prédominante est l'oligoclase-andésine caractérisée par des angles d'extinction de 0° à 6° constatés sur des sections perpendiculaires à n_g avec un angle des axes voisin de 90°. En même temps, deux extinctions, l'une de 10°, l'autre de 13° constatées sur Sn_g et une extinction de 66° sur Tn_p prouvent la présence de l'andésine. Ces feldspaths sont maclés suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline. On ne constate la présence d'aucun feldspath plus basique que l'andésine, mais il est possible que quelques-uns des individus rapportés à l'oligoclase-andésine appartiennent à un feldspath plus acide à bissectrice aiguë n_p (oligoclase).

Les microlites feldspathiques sont pour la plupart étroits, filiformes, très petits et s'éteignent sensiblement en long, beaucoup ne sont pas maclés, quelques-uns seulement offrent des macles binaires. Un petit nombre sont aplatis suivant g^1 (010) et se montrent perpendiculaires à n_g avec image à peu près centrée et écartement d'axes voisin de 90°. On peut donc affirmer qu'il existe dans la roche des microlites de la série calco-sodique appartenant aux types

Digitized by Google

acides de la série, probablement surtout à l'andésine-oligoclase. Rien n'indique la présence de la sanidine en microlites, si ce n'est la parenté de cette roche avec d'autres roches du voisinage dont les microlites sont plus gros et où la présence de la sanidine au second temps a pu être, par suite, établie avec certitude. Cette parenté est le motif pour lequel j'ai fait de la roche en question une trachy-andésite. La matière vitreuse incolore qui cimente les cristaux est altérée, trouble, certainement silicifiée (1).

Trachy-andésite de la vallée de la cour (Mont-Dore).

(N° 1397 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié a été emprunté à l'un des dykes qui s'élèvent dans la vallée de la Cour au pied du Sancy, dykes dénudés et mis à jour par l'érosions des assises volcaniques ambiantes.

La roche qui les compose est d'un gris clair, rugueuse au toucher, parsemée de gros cristaux de sanidine vitreuse et offrant en outre des taches blanches produites par un autre feldspath en individus plus petits mais très nombreux. On aperçoit en outre à l'œil nu des lamelles de biotite et quelques grains noirs de magnétite.

Au microscope, on distingue comme éléments du premier temps de consolidation : apatite, magnétite, sphène, zircon, biotite à axes écartés (2V = 30° environ), hornblende brune, augite vert clair, sanidine à axes très rapprochés et feldspath triclinique. C'est ce dernier minéral qui va particulièrement fixer notre attention, les silicates

(1) L'emploi du procédé de Becke montre que les microlites de cette roche sont moins réfringents que le baume de Canada, mais la présence de la matière vitreuse ambiante rend cette observation bien aléatoire.

Digitized by Google

étant semblables de tout point à ceux des roches similaires précédemment décrites.

Le feldspath qui prédomine est l'oligoclase-andésine, comme le prouvent les extinctions de 2° à 4° observées sur Sn_p et les extinctions de 76° à 78° constatées sur Tn_g. L'angle des axes est voisin de 90°, cependant n_p est franchement bissectrice aiguë. Sur aucun individu perpendiculaire aux bissectrices je n'ai observé les angles caractéristiques de l'andésine. L'oligoclase-andésine du premier temps est moulée par la sanidine, elle présente les macles de Karlsbad, de l'albite et de la péricline. Sur les sections de Tn_g il est fréquent de voir cette dernière macle bien développée sous la forme de bandes très fines présentant à peu près l'aspect qu'affectent les bandes analogues dans l'anorthose. Il n'est pas possible cependant de confondre l'oligoclase-andésine que nous venons de décrire avec l'anorthose que l'on rencontre aussi dans les mêmes roches. Le signe distinctif le plus précieux est fourni par l'écartement des axes; puis viennent les angles d'extinction sur les sections perpendiculaires aux bissectrices et enfin il y a un caractère pratique qui permet encore d'opérer la diagnose à défaut des caractères précédents, plus précis mais plus difficiles à vérifier. Il s'agit du mode d'association de la sanidine avec les feldspaths en question. L'anorthose associée à la sanidine se confond insensiblement avec elle; elle occupe le centre des individus complexes, dont elle partage l'orientation. L'oligoclase-andésine, au contraire, se présente à l'état d'enclave distincte, dépourvue d'orientation commune avec le cristal qui la renferme et y occupant une place quelconque.

Le feldspath en microlites est aplati suivant g^1 (010). La macle de l'albite est rarement apparente sur les sections étroites qui se rapprochent de la zone de symétrie, cepen-

Digitized by Google

dant elle est quelquefois visible et alors on observe généralement de petits angles d'extinction. Il est malheureusement à peu près impossible de les soumettre d'une façon rigoureusement satisfaisante à l'observation en lumière convergente.

Les sections aplaties se prêtent au contraire très bien à cet examen; elles ont en général l'apparence de petits rectangles zonés. Beaucoup d'entre elles offrent en lumière convergente une image à peu près centrée, on voit qu'elles sont alors sensiblement perpendiculaires à n_g. L'angle des axes est voisin de 90° et n_p est certainement bissectrice aiguë. L'extinction dans la partie centrale se fait sur Tn_g sous un angle de 2° à 3°. La partie périphérique forme toujours une sorte de cadre étroit qui s'éteint sous des angles que j'ai trouvés variant de 5° à 10°. Je crois donc pouvoir conclure de ces observations que plusieurs au moins de ces microlites appartiennent à la série calco-sodique et que le type feldspathique dominant est l'oligoclase-andésine accompagné d'oligoclase formant leur encadrement.

Cependant ces microlites calco-sodiques sont accompagnés en proportions très variables de microlites de sanidine qui offrent à peu près les mêmes formes, mais qui se distinguent par leur éclat, moindre sur Sn_p et plus grand sur Tn_g. En appliquant à ces derniers l'examen en lumière convergente, on voit les sommets des hyperboles sortir du champ pour une très petite rotation de la platine du microscope. Il est possible cependant que les encadrements des microlites d'oligoclase-andésine soient constitués en grande partie non par de l'oligoclase-albite mais par de la sanidine. Je n'ose prendre un parti décisif sur la question.

Digitized by Google

Trachy-andésite de la Morangie (Puy-de-Dôme).

(N° 1402 de la collection du Collège de France.)

L'échantillon étudié provient d'une couche de lapilli ponceux sous-jacente aux assises épaisses d'un trachy-andésite riche en gros cristaux de sanidine. Ces lapilli sont presque certainement les produits de projection de l'éruption dont les bancs compacts suprajacents représentent les coulées.

La roche qui compose ces matériaux ponceux est très scoriacée, bulleuse. On y aperçoit de nombreux cristaux de feldspath vitreux environnés d'une pâte gris bleuâtre foncé dont les traînées fluidales se distinguent même à l'œil. L'aspect extérieur est celui d'une rhyolite, mais on ne découvre aucun cristal de quartz bipyramidé. Il est vrai que dans le magma vitreux du second temps il existe en abondance des sphérolites brun clair très semblables aux sphérolites pétro-siliceux des rhyolites. Mais il est impossible de séparer cette roche à pâte vitreuse du trachy-andésite à pâte microlitique qui l'accompagne et de lui donner une place différente dans une classification pétrographique. L'examen microscopique des préparations démontre que les sphérolithes sont pour la plupart le résultat d'un commencement de dévitrification dans un magma primitivement hétérogène et que quelques-uns au moins sont des produits d'altération.

Comme élément du premier temps on distingue au microscope : apatite, zircon, magnétite, biotite, augite, sanidine et feldspath triclinique. L'apatite est dépourvue d'inclusions cinériformes. Elle se trouve, comme le zircon, englobée par la magnétite. La biotite est à deux axes peu écartés. L'augite vert clair est rare et de petites dimensions.

Digitized by Google

La sanidine est maclée suivant la loi de Karlsbad, à clivages p et g^1 bien distincts. Elle enclave les feldspaths tricliniques. Ceux-ci paraissent appartenir à deux types distincts : à l'anorthose caractérisée par le faible écartement des axes et à un feldspath triclinique s'éteignant comme l'anorthose sous de très petits angles dans la zone de symétrie, mais différant d'elle par l'écartement considérable de ses axes. Tous ces feldspaths ont pour bissectrice aiguë n_p. Les extinctions observées sur Sn_p ont varié de 86° à 88°; si l'on tient compte de la teinte sombre de ces sections et de l'écartement des axes, elles semblent plutôt se rapporter à l'anorthose qu'à un feldspath calco-sodique. Les sections Tn_g, rencontrées en bien plus grand nombre, semblent, au contraire, appartenir surtout au type oligoclase-andésine, car leur angle d'extinction ne dépasse pas 4° et le plus souvent il est voisin de 0°. On peut d'ailleurs vérifier sur ces sections que les sommets des hyperboles ne sortent du champ que pour une rotation de la platine d'environ 20° et que par conséquent l'angle des axes s'éloigne peu de 90°.

L'examen des sections perpendiculaires à un axe optique montre aussi la fréquence d'un feldspath à axes très écartés (1). Enfin l'emploi du procédé de Becke appliqué à la constatation des différences de réfringence de la sanidine et des feldspaths tricliniques enclavés fait ressortir la fréquence du feldspath calco-sodique, car les particularités que présente la bordure de séparation des deux minéraux sont très accentuées, ce qui n'arrive pas avec l'anorthose

(1) Quand on a affaire à l'anorthose, une section perpendiculaire à un axe optique fait toujours apercevoir ensemble les deux branches d'hyperbole dans le champ. Au contraire, quand il s'agit d'un feldspath calco-sodique, on voit une seule branche d'hyperbole pirouetter autour de son sommet, l'autre branche demeurant en dehors du champ, sauf au moment de la formation de la croix.

Digitized by Google

douée d'une réfringence peu différente de celle de la sanidine.

En somme, dans cette roche, en outre de la sanidine, il existe, au premier temps de consolidation, deux feldspaths tricliniques, l'un est l'anorthose, l'autre l'oligoclase-andésine caractérisée par le grand écartement de ses axes, sa réfringence bien plus forte que celle de la sanidine et par ses angles d'extinction sur Tn_g. La rareté apparente des sections Sn_p de l'oligoclase-andésine et la difficulté de leur observation s'expliquent par l'aplatissement du minéral suivant g^1 (010). Cet aplatissement moins prononcé dans l'anorthose fait que ses sections Sn_p sont plus faciles à constater, quoique probablement l'anorthose soit rare comparé à l'oligoclase-andésine.

Nous ferons remarquer, en outre, que certains individus de ce dernier feldspath sont zonés. La zone extérieure sur les sections perpendiculaires à n_g offre un angle d'extinction plus grand que la zone intérieure (observé 4°), d'où l'on peut inférer que probablement cette zone est formée par de l'oligoclase ou même de l'oligoclase-albite.

Dans une préparation de cette roche, j'ai observé une section octogonale présentant des angles voisins de 90° et de 135°, d'environ 1^{mm} de diamètre, appartenant à un minéral incolore fortement réfringent, possédant deux clivages à angle droit et traversé en outre de fentes irrégulières. Ce minéral est peu biréfringent et à deux axes médiocrement écartés. La bissectrice aiguë est positive (1).

Le magma fondamental est essentiellement vitreux. Il contient, clairsemés dans un verre jaune brunâtre, des cristallites d'augite, de biotite et de feldspath. Les sphé-

(1) C'est peut-être de la topaze, mais cette observation unique ne suffit pas pour permettre d'accepter sûrement une telle conclusion.

Digitized by Google

rolites sont en général développés autour de quelque cristallite.

Ce magma est altéré, chargé de concrétions d'opale et de granules ferrugineux ; il possède un pouvoir diffusif intense. Dans les parties les plus altérées on distingue des petites concrétions quartzeuses. De plus la roche présente des cavités irrégulières en grande partie remplies de tridymite et d'opale ; on y aperçoit aussi quelques cubes microscopiques de pyrite transformée en limonite.

L'analyse des feldspaths extraits de la roche a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	64.0	34.1	
Alumine	12.8	10.1	
Chaux	3.2	0.9	3.6
Soude	6.7	1.7	
Potasse	5.1	1,0	
	100.8		

Rapport d'oxygène, 10,1 : 3 : 1,07.
Poids spécifique, 2,601.

Cette composition correspond à peu près à An^5An^1.

Mais en réalité il s'agit, comme nous l'avons vu ci-dessus, d'un mélange composé principalement de sanidine et d'oligoclase-andésine. L'analyse indique, du reste, l'existence de ces deux types feldspathiques. La sanidine est accusée par la forte teneur en potasse, et la présence d'un feldspath calco-sodique par la teneur en chaux. Le poids spécifique moyen constaté indique aussi l'existence d'un tel mélange, car il est plus faible que celui des feldspaths calco-sodiques (et en particulier plus faible que celui du feldspath An^5An^1) et en même temps plus fort que celui de la sanidine.

Digitized by Google

Trachy-andésite du sommet du Sancy (Mont-Dore).

(N° 1559 et 1567 de la collection du Collège de France.)

Le monticule qui forme la cime du Sancy est constitué par une roche compacte d'un gris clair légèrement violacé, parsemée de cristaux de feldspaths vitreux de 2 à 3^{mm} de longueur et de lamelles de mica noir.

Bien que dans la masse du Sancy figurent de nombreux dykes verticaux et des bancs épais représentant des débris de coulées mis à découvert par les dénudations, le monticule du sommet me paraît principalement formé par une brèche ignée correspondant à la bouche de sortie d'une lave incomplètement fondue (cumulo-volcan). L'échantillon étudié appartient à l'un des blocs de cette brèche.

Au microscope la roche est à deux temps de consolidation bien distincts. Les éléments du premier temps sont: apatite, zircon, magnétite, biotite, hornblende, augite, sanidine, et feldspath triclinique. L'apatite est pauvre en inclusions cinériformes; elle est fréquente et en assez gros individus. La biotite est à deux axes écartés d'environ 35°. Elle ne présente aucune indication de phénomène de résorption. Il en est de même de l'hornblende.

L'hornblende est accessoire; elle est polychroïque dans des tons qui varient du brun verdâtre au brun jaunâtre clair. Elle s'éteint sous un angle de 1° seulement sur g^1 (010) et se montre maclée suivant h^1 (100).

L'augite est vert clair, non polychroïque, maclée suivant h^1 (100). Dans certains échantillons de ce gisement (échantillon n° 1559), elle est abondante mais entièrement altérée, transformée en calcite.

La sanidine maclée suivant la loi de Karlsbad est à deux axes très rapprochés. Elle a cristallisé tardivement, car

Digitized by Google

non seulement elle englobe tous les minéraux du premier temps, mais elle enclave même quelques microlites du second temps.

Les feldspaths tricliniques du premier temps sont : l'anorthose intimement associée avec la sanidine et ne jouant ici qu'un rôle accessoire et des feldspaths calco-sodiques dont le principal est l'oligoclase-andésine. Celle-ci est caractérisée par le signe de sa bissectrice aiguë qui est n_p, par l'angle de ses angles voisin de 90°, par des angles d'extinction de 74 à 77° sur Sn_p et de 2 à 4° sur Tn_g.

Dans les cristaux zonés, la zone intérieure est formée par de l'andésine offrant sur Tn_g un angle de 10 à 12° avec la trace du clivage p (001). Ce feldspath se rencontre aussi exceptionnellement en individus distincts dans la roche.

Le magma du second temps se compose de microlites feldspathiques, de granules de magnétite et d'une matière vitreuse incolore très altérée. Les microlites de feldspath sont aplatis suivant g^1 (010) ; ils se présentent par suite sous deux aspects très différents. Vus à plat, ils ont souvent des formes sensiblement rectangulaires, et examinés en lumière convergente se montrent en sections suivant Tn_g. Ils ne présentent pas de macle visible, mais souvent ont des extinctions roulantes, ce qui prouve qu'ils sont composés de couches inégales superposées, d'orientations optiques diverses. Fréquemment ils sont entourés d'une bordure étroite plus biréfringente et creusés légèrement en trémies sur les faces d'aplatissement. La partie centrale s'éteint sous un angle qui ne dépasse pas deux à trois degrés, la partie périphérique s'éteint sous un angle un peu plus grand (de 4 à 6°). L'écartement des axes est voisin de 90°.

Vus sur la tranche, la plupart de ces] microlites ne sont pas maclés ou présentent seulement des macles binaires, quelques-uns cependant offrent des macles polysynthé-

Digitized by Google

tiques suivant la loi de l'albite. Ils s'éteignent sous de très petits angles.

Je crois pouvoir conclure de telles données que ces microlites tricliniques zonés sont constitués dans leur partie centrale par de l'oligoclase-andésine et dans leur bordure périphérique par de l'oligoclase. Les extinctions observées sont, en effet, celles qui conviennent à ces deux types feldspathiques. La biréfringence plus grande au bord qu'au centre s'explique surtout par l'épaisseur plus grande de la bordure. Dans ces microlites la cristallisation a procédé du dehors au dedans, car on les trouve parfois réduits à un squelette formé par leur partie périphérique et l'on peut observer tous les passages entre ces formes cristallitiques et celles dans lesquelles le remplissage est complet.

Malgré des recherches minutieuses, je n'ai pu parmi les microlites constater sûrement la présence d'un feldspath à petit écartement des axes, cependant j'ai cru devoir classer cette roche parmi les trachy-andésites à cause de la biréfringence élevée de beaucoup de sections Tn_g et aussi à cause de sa liaison avec d'autres roches du voisinage où une constatation de ce genre a pu être faite.

Au point de vue de la matière vitreuse qui cimente les cristaux les échantillons étudiés diffèrent beaucoup les uns des autres. Dans l'échantillon n° 1559 la calcite est abondante comme produit d'altération. Dans l'échantillon n° 1567, au contraire, la calcite fait défaut, mais la roche est imprégnée de produits siliceux. La tridymite et l'opale remplissent toutes les cavités et l'on aperçoit même au sein de la matière vitreuse des petites plages de quartz concrétionné évidemment de formation secondaire.

Les feldspaths du premier temps de consolidation, vus au microscope, paraissent inaltérés; néanmoins, ils sont tellement imprégnés de silice que leur analyse a donné les

Digitized by Google

résultats les plus inattendus. Voici les chiffres de deux de ces opérations dont le tableau se passe de commentaire :

Silice	73,2	78,0
Alumine	17,2	14,4
Chaux	1,7	0,95
Soude	5,5	4,12
Potasse	2,4	2,96
	100,0	100,43
Poids spécifiques,	2,608	2,634.

Le chiffre relativement élevé des poids spécifiques tend à faire supposer que la matière siliceuse infiltrée dans le feldspath s'y trouve à l'état de quartz.

Trachy-andésite de Lusclade, près la Bourboule (Puy-de-Dôme).

(N° 10 de la collection du Collège de France.)

La roche d'un gris clair est rugueuse au toucher, bulleuse, elle provient d'un banc situé immédiatement auprès du village de Lusclade. Il ne faut pas la confondre avec les produits ponceux ou obsidienniques, parfois perlitiques riches en sphérolithes que l'on trouve au débouché du ravin de Lusclade. Ceux-ci figurent dans toutes les collections pétrographiques et ont été l'objet d'une importante étude de la part de M. Michel Lévy (1). La roche considérée est parsemée de cristaux de feldspath vitreux, de sphène jaunâtre, de cristaux noirs de silicates ferro-magnésiens et de magnétite. Tous ces éléments sont visibles à l'œil nu.

En outre des minéraux précédents, on découvre au microscope de l'apatite en prismes hexagonaux généralement brisés, dépourvus d'inclusions cinériformes.

Le sphène, très abondant, est en individus de plusieurs millimètres de long. Il présente les formes habituelles à

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1890.

Digitized by Google

ce minéral dans les trachytes et les andésites p (001), h^1 (100), $d^{1/2}$ (111).

Comme éléments du premier temps de consolidation, on observe encore hornblende, biotite, augite et feldspaths.

L'hornblende et la biotite ne présentent aucun phénomène de résorption.

La biotite est à deux axes écartés d'environ 35°.

L'hornblende est brune, polychroïque dans les tons brun jaunâtre, avec maximum d'absorption suivant n_g, minimum suivant n_p. L'angle d'extinction sur g^1 (010) est de 1°.

L'augite, d'un vert clair, maclée suivant h^1 (100), est légèrement polychroïque.

Le feldspath qui domine au premier temps est triclinique; il présente les macles de Karlsbad, de l'albite, de la péricline, et exceptionnellement celle de Baveno. Il appartient aux deux types andésine et andésine-oligoclase, mais c'est l'andésine que l'on observe de beaucoup le plus fréquemment. J'ai observé en effet plusieurs extinctions de 7° à 9° sur Sn_g et d'assez nombreuses extinctions de 65° à 68° sur Tn_p qui se rapportent à l'andésine, tandis que la présence de l'oligoclase-andésine n'a été reconnue que par quelques extinctions de 0° à 3° sur des sections perpendiculaires à n_g. Dans tous ces cas, l'angle des axes est voisin de 90°; aussi bien autour de n_g qu'autour de n_p, les sommets des branches d'hyperbole sortent à peine du champ quand on emploie l'objectif à immersion ordinaire (n° 9 de M. Nachet).

En même temps que ces feldspaths calco-sodiques, on observe des sections feldspathiques généralement mal délimitées, moulant les autres minéraux du premier temps et dépourvues de la macle de l'albite. Ces sections présentent en outre parfois des petites taches plus biréfringentes, finement maclées, correspondant aux asso-

Digitized by Google

ciations bien connues de l'anorthose avec la sanidine. La présence de la sanidine dans la roche est démontrée surtout par la petitesse de l'écartement de ses axes, telle que les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë n_p semblent presque appartenir à un minéral à un axe.

L'anorthose ne me paraît guère exister qu'à l'état de plages mal délimitées dans la sanidine; j'ai cependant rencontré exceptionnellement à l'état d'individu distinct un cristal dans lequel une section Sn_p offrait un angle des axes qui n'était ni aussi petit que chez la sanidine, ni aussi grand que chez les feldspaths calco-sodiques. Je crois donc pouvoir conclure, avec quelques réserves, que l'anorthose figure aussi exceptionnellement, à titre individuel, dans la roche de Lusclade.

Au point de vue des feldspaths du premier temps de consolidation, on voit que la roche de Lusclade présente les plus grandes ressemblances avec les trachy-andésites du Sancy; il existe cependant entre elles une différence importante. Le feldspath calco-sodique qui domine dans la roche de Lusclade est l'andésine; celui qui domine dans les roches du Sancy est l'oligoclase-andésine. Sous ce rapport, on voit donc que les trachy-andésites du Sancy se montrent plus acides que celui de Lusclade.

Le magma du second temps montre au sein d'une matière vitreuse, incolore, assez abondante, des microlites de feldspath bien développés, aplatis sur g^1 (010), la plupart non maclés, ou simplement en macles binaires, quelques-uns cependant en macles polysynthétiques à bandes fines. En recherchant les sections perpendiculaires aux bissectrices, on en trouve un grand nombre qui sont perpendiculaires à n_g. Leur éclat montre que, sur toutes, n_g est bissectrice obtuse, mais, sur la plupart, pour faire sortir du champ les sommets des branches d'hyperbole,

Digitized by Google

il faut tourner la platine du microscope d'environ 18° à 20° à partir de l'orientation qui correspond à la production de la croix. Un certain nombre au moins de ces microlites appartiennent donc à un feldspath calco-sodique à axes très écartés, et comme, d'autre part, l'angle d'extinction sur ces sections dépasse rarement 2° à 3°, on doit en conclure qu'ici, comme dans les trachy-andésites précédemment étudiés, l'oligoclase-andésine existe à l'état microlitique (1).

Les sections Sn_p sont très intéressantes. Celles qui sont susceptibles d'être observées en lumière convergente sont malheureusement rares à cause de l'aplatissement habituel des microlites. On arrive cependant, avec beaucoup de patience, à en découvrir quelques-unes. On reconnaît alors que les unes, d'un blanc bleuâtre au maximum d'éclairement, possèdent un écartement d'axes voisin de 90°, que d'autres, au contraire, à teinte sombre, sont presque à un axe optique. Les premières, maclées suivant la loi de l'albite, ont présenté des angles d'extinction de 70° à 75°; elles appartiennent à des oligoclases-andésines. Les autres, non maclées, ont un angle d'extinction de 90°; ce sont des sanidines. Il est à remarquer qu'elles sont allongées suivant ph^1 (001) (100).

Si l'on tient compte du degré de fréquence des deux ordres de sections Sn_p observées, il semble bien que la sanidine est plus fréquente en microlites que l'oligoclase-andésine, mais les observations sont si peu nombreuses qu'il est facile de commettre de grosses erreurs en tirant des conclusions fermes de données aussi imparfaites.

(1) La sanidine ne peut guère être mise en évidence sur les microlites sectionnés suivant Tn_g, cependant sa présence peut être au moins soupçonnée à cause de la forte biréfringence de ces sections et de la sortie rapide des branches d'hyperbole hors du champ ; il est difficile toutefois dans ce cas de distinguer les sections Tn_g des sections parallèles au plan des axes.

Digitized by Google

Dans le magma du second temps, les microlites de feldspath sont accompagnés de microlites et de cristallites d'hornblende, de biotite, d'augite et exceptionnellement d'ægyrine. Les grains cristallins de magnétite sont communs et en outre il existe des cristallites allongés d'ilménite partiellement transformés en leucoxène.

La roche obsidiennique du débouché du ravin est bien plus acide que la précédente; la sanidine semble en être l'élément feldspathique presque exclusif, cependant elle ne contient jamais de quartz bipyramidé au premier temps, ni de grains microlitiques de quartz au second temps, mais elle renferme de beaux sphérolites radiés, les uns à allongement négatif, les autres à allongement positif. Ces derniers ont été considérés comme formés par du quartz allongé dans le sens de son axe, et, par suite, la roche a été classée parmi les rhyolites. Il y aurait lieu de reprendre spécialement l'étude de ces sphérolites. Leur réfringence [1] et leur biréfringence me semblent les rattacher plutôt au feldspath qu'au quartz. Dans cette hypothèse, leurs éléments ne seraient autre chose que des feldspaths allongés dans une direction positive, ce qui n'aurait rien de surprenant, eu égard à l'allongement ordinaire des sections Sn_p cité plus haut à propos des microlites du trachy-andésite.

PHONOLITES

Les phonolites sont des roches qui présentent à l'œil nu une structure et un faciés bien distincts, et qui, au microscope, sont caractérisées surtout par la présence

(1) L'application du procédé de Berke à ces sphérolites montre que leur réfringence ne dépasse jamais celle de la sanidine et que généralement elle est très notablement inférieure, ce qui tient à la matière isotrope associée aux cristaux.

Digitized by Google

simultanée de la sanidine et de la néphéline. Mais les proportions relatives de ces deux minéraux sont extrêmement variables, ce qui fait qu'on les a divisées en deux catégories : phonolites feldspathiques et phonolites néphéliniques.

Les phonolites feldspathiques sont de beaucoup les plus fréquentes dans la France centrale et en particulier dans la Haute-Auvergne : la néphéline y fait parfois tellement défaut que la roche devient un véritable trachyte.

Mais les dégradations vont plus loin encore ; à côté de la sanidine, s'introduit un feldspath triclinique, et ce dernier est quelquefois tellement prépondérant qu'il ne reste presque plus rien de la composition minéralogique caractéristique du groupe phonolite. La roche n'est plus qu'une andésite. Cette variabilité si grande de composition donne un intérêt tout particulier à l'examen des feldspaths de quelques-uns des principaux spécimens des roches de cette famille, et en particulier à la détermination exacte des feldspaths tricliniques.

Phonolite feldspathique de Thiézac (Cantal).

(N° 1392 de la collection du Collège de France.)

Cette phonolite forme un massif épais, une sorte de dôme recouvert par des amas d'andésite en brèche ou en coulées et le tout surmonté par le basalte des plateaux. Son gisement se trouve sur le chemin de fer d'Aurillac à Murat, à un kilomètre environ en amont de la gare de Thiezac.

L'ouverture du chemin de fer avait mis à découvert ses parties superficielles et, depuis lors, des exploitations à ciel ouvert ont permis de voir des parties plus profondes de la roche. Les échantillons recueillis au début avaient un faciès trachytique. Ils étaient gris clair, poreux, mais

Digitized by Google

déjà un peu moins rudes au toucher que des échantillons d'andésite ou de trachy-andésite.

La masse était compacte, sans aucune indication de division tabulaire. A mesure que les exploitations se sont avancées, la roche a pris de plus en plus un aspect phonolitique, et actuellement ce que l'on recueille au fond de la carrière ne se distingue plus guère à l'œil nu des véritables phonolites.

L'échantillon que j'ai étudié en premier lieu provient des parties superficielles de l'amas. Il est gris bleuâtre, cohérent mais poreux, parsemé de nombreux cristaux de feldspath d'un à deux millimètres de diamètre aplatis suivant g^1 (010), à éclat vitreux. Quelques rares cristaux de silicates ferro-magnésiens se voient en outre à l'œil nu. La cristallinité du magma du second temps apparaît déjà à l'examen de la loupe.

Au microscope, on découvre comme minéraux du premier temps : apatite, magnétite, biotite et hornblende en grande partie résorbés, feldspath, magnétite. Les fentes et les cavités de la roche sont remplies de calcite.

On ne découvre la néphéline qu'en individus extrêmement petits et altérés dans le magma du second temps.

L'augite existe seulement à l'état de cristallites inclus dans le feldspath.

La magnétite est fréquente au second temps de consolidation en petits octaèdres bien conformés.

Le feldspath qui prédomine au premier temps est l'anorthose finement maclée, zonée et entourée le plus souvent d'une bordure inégalement découpée, formée par apposition et soudure de microlites de sanidine.

Les sections Sn_p de cette anorthose montrent deux axes écartés d'environ 45° ; elles sont de teinte uniforme en lumière polarisée. Les sections Tn_g laissent voir des bandes

Digitized by Google

fines de macle parallèles à la trace du clivage *p* (001). Les angles d'extinction constatés ne dépassent guère 6° à 7°. Il semble bien, d'après ces données, que la macle développée soit, non pas la macle de l'albite, mais une macle polysynthétique ayant *p* (001) pour face d'association.

La présence d'un feldspath calco-sodique en grands cristaux me paraît probable, à cause de la petitesse des angles d'extinction (1° à 2°) observés sur certaines sections Tn_g et du grand écartement des axes simultanément constaté.

En microlites, on retrouve les mêmes types feldspathiques et l'on observe les mêmes particularités, avec cette différence que les cristaux sont moins maclés. De plus, le feldspath calco-sodique est moins rare ou peut-être simplement plus facile à déceler. Il se montre en microlites aplatis suivant g^1 (010), sensiblement perpendiculaires à n_g et à axes très écartés.

Les extinctions s'y font sous de très petits angles. Vus sur la tranche, ces microlites offrent le plus souvent des macles simplement binaires; quelquefois, cependant, on observe des macles à bandes multiples.

Je crois donc qu'à côté des microlites de sanidine-anorthose, il existe en petite quantité des microlites d'oligoclase-andésine.

La phonolithe des carrières de Thiézac, qui vient d'être décrite, contient trop peu de néphéline pour être classée autrement que comme phonolithe feldspathique ; cependant, je ferai remarquer que son gisemeni est situé seulement à deux kilomètres du gisement de phonolite néphélinique de la Font-de-Cère.

J'avais écrit les lignes qui précèdent, lorsque, dans ces derniers temps, ayant appris que la carrière de Thiézac était activement exploitée, j'ai prié M. Rames de la visiter

Digitized by Google

et de m'y recueillir une collection d'échantillons dans les parties nouvellement découvertes.

L'envoi que j'ai reçu de ce savant regretté est des plus intéressants. Il montre avec évidence les passages de la phonolithe feldspathique à une phonolithe néphélinique tout aussi bien caractérisée que celle du gisement voisin de la Font-de-Cère.

Avant d'atteindre les bancs de phonolithe néphélinique, on rencontre encore une épaisseur assez grande de phonolithe feldspathique, mais celle-ci, au lieu de présenter un faciès trachytique, comme la roche de la surface, est gris foncé, compacte, à cassure cireuse, en un mot elle possède un aspect phonolithique très prononcé.

En même temps on constate au microscope que la roche a sensiblement changé de composition.

Le feldspath calco-sodique a disparu presque entièrement, sa présence est difficile à établir ; au contraire, l'anorthose est devenue plus fréquente et plus développée. Elle se montre en cristaux de 2 à 3 millimètres de long aplatis suivant g^1 (010) maclés suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline. Souvent les pénétrations de la macle de Karlsbad sont extrêmement irrégulières, de telle sorte que les sections perpendiculaires à n_g offrent en lumière polarisée parallèle l'apparence d'une sorte de mosaïque à deux teintes de polarisation.

Les deux macles de l'albite et de la péricline sont à bandes fines et l'enchevêtrement de leurs bandes produit parfois des quadrillages comparables à ceux du microcline.

L'apatite assez fréquente et bien développée est riche en inclusions cinériformes. L'hornblende est brune, fortement polychroïque, entourée d'une bordure étroite de résorption. Elle s'éteint sur les sections g^1 (010) sous un

Digitized by Google

angle de 17°. La biotite est brun rougeâtre, sensiblement à un axe, très polychroïque, en partie résorbée.

L'augite d'un rose violacé ou verdâtre est intacte, elle n'existe qu'au premier temps.

La magnétite se montre en octaèdres réguliers aux deux temps de consolidation.

La phonolithe néphélinique du fond de la carrière est d'un gris verdâtre, compacte, à cassure cireuse, divisée en plaquettes plus minces que celles de la roche précédente.

Elle ne contient plus d'autre feldspath que de l'anorthose et de la sanidine. Cette dernière forme la bordure des feldspaths complexes dont l'anorthose occupe le centre. Souvent l'anorthose est dépourvue d'inclusions, tandis que la bordure de sanidine est riche en inclusions de magnétite et d'augite.

Les feldspaths sont beaucoup moins fréquents que dans les phonolithes précédentes. Ils sont accompagnés au premier temps de consolidation de magnétite, apatite, sphène, haüyne, hornblende, biotite, augite et œgyrine.

L'apatite est à peu près dépourvue d'inclusions cinériformes; l'hornblende montrant seulement quelques traces de résorption offre les mêmes caractères que dans la phonolithe feldspathique.

Il en est de même de la biotite. Le sphène est fréquent, bien cristallisé, doué de ses formes ordinaires dans les phonolithes et les andésites.

L'augite est rosée et presque toujours épigénisée sur ses bords en œgyrine de teinte verte.

L'haüyne est grisâtre, fortement altérée.

Le magma du second temps est constitué par une matière vitreuse incolore dans laquelle on aperçoit des microlites d'anorthose fortement aplatis suivant g^1 (010), des

Digitized by Google

prismes d'augite plus ou moins complètement transformés en œgyrine, des octaèdres de magnétite et d'innombrables sections rectangulaires ou hexagonales de néphéline.

Ce gisement offre donc un exemple remarquable du passage d'une roche trachytique à une roche phonolithique.

Phonolithe feldspathique de la Terrisse (Cantal).

(N° 2071 de la collection du Collège de France.)

Cette roche provient d'un amas phonolithique situé à un kilomètre en amont du village de la Terrisse. L'amas est coupé par le ruisseau qui descend vers le village et surmonté de part et d'autre par des bancs de basalte. La roche est d'un gris verdâtre foncé, très compacte, à cassure cireuse, parsemée de quelques petits cristaux de feldspath de 1 à 2 millimètres de diamètre.

Au microscope elle se montre très cristalline, nettement fluidale, à deux temps de consolidation.

Comme élément du premier temps le feldspath est très prédominant. Il est seulement accompagné de quelques grains de magnétite, d'apatite à inclusions cinériformes rares et de quelques squelettes d'hornblende épigénisée en magnétite et augite.

Le second temps est représenté par des microlites de feldspath, associés à des petits octaèdres de magnétite et à de nombreux cristaux d'augite allongés dans la zone du prisme. La matière vitreuse qui cimente les cristaux est difficile à apercevoir.

A la surface du feldspath on voit, en assez grande quantité, des petits hexagones, légèrement rosés, très faiblement biréfringents et moins réfringents que le feld-

Digitized by Google

spath. Il me semble impossible d'être rigoureusement fixé sur leur nature.

Le feldspath du premier temps présente les macles de Karlsbad, de l'albite et de la péricline. L'anorthose est l'espèce dominante.

L'écartement des axes mesuré avec l'oculaire à réticule mobile a été trouvé d'environ 50° avec n_p bissectrice aiguë. L'angle d'extinction sur Sn_p est de 88 à 89°. Les sections Tn_g ont montré des extinctions fréquentes de 8 à 11° qui peuvent être rapportées à l'anorthose.

Mais il existe en grands cristaux comme élément accessoire un feldspath calco-sodique, qui se montre, soit en individus isolés, soit associé à l'anorthose en cristaux zonés. Dans ce dernier cas, le feldspath calco-sodique occupe la partie centrale des individus complexes et l'anorthose en forme la périphérie.

Sur les sections perpendiculaires à n_g des cristaux ainsi constitués, on peut s'assurer au moyen du procédé de Becke que la partie centrale est plus réfringente que la zone en bordure; on voit en outre qu'elle est moins biréfringente; enfin on constate qu'elle s'éteint sous un angle plus petit (2 à 3° seulement), c'est probablement une oligoclase-andésine. Malheureusement je n'ai pu observer de sections de ce feldspath perpendiculaire à n_p, ce qui tient sans doute à son aplatissement très prononcé suivant g^1 (010) (1).

Les microlites appartiennent certainement aux mêmes espèces; ils sont fortement aplatis suivant g^1. Il est facile d'y décéler les caractères de l'anorthose sur les sections

(1) La roche peut aussi contenir des cristaux d'andésine que l'examen des sections perpendiculaires à n_g révèle difficilement, attendu que les angles d'extinction de l'anorthose et de l'andésine sur ces sections sont sensiblement dentiques. La différence de réfringence et de biréfringence de ces sections pourrait cependant les manifester à un examen suffisamment minutieux.

Digitized by Google

d'aplatissement. Quelques-uns sont zonés. Les sections perpendiculaires à g^1 sont très étroites, à petits angles d'extinction, se montrent fréquemment maclées suivant la loi de l'albite. Ces sections sont inégalement réfringentes, mais comme elles sont diversement orientées, on n'en peut tirer aucune conclusion sur la nature des feldspaths auxquels elles appartiennent.

Les feldspaths extraits de la roche au moyen de l'emploi successif de l'électro-aimant et des liqueurs denses ont donné à l'analyse les résultats suivants :

		Oxygène.	
Silice	64,8	34,54	
Alumine	21,8	10,14	
Chaux	2,9	0,83	3,43
Soude	7,2	1,87	
Potasse	4,3	0,73	
	101,0		

Poids spécifique, 2,597.

Rapports d'oxygène, 10,2 : 3 : 1.

La teneur élevée en potasse constatée par l'analyse semble indiquer dans la roche la présence d'une proportion notable de sanidine, mais je dois reconnaître que l'examen optique ne m'a pas montré ce feldspath, au moins à l'état de sanidine à petit écartement d'axes. La teneur en silice, notablement plus faible que celle de l'anorthose et la teneur en chaux semblent justifier aussi l'hypothèse de la présence de l'oligoclase-andésine.

Phonolithe feldspathique du Griou (Cantal).

(N° 1133 de la collection du Collège de France.)

Le Griou forme, comme on sait, un dyke épais et allongé, qui domine les cirques du Lioran.

Digitized by Google

La roche qui le forme est d'un vert clair, cireuse dans ses parties intactes, gris clair, poreuse dans ses parties superficielles qui sont altérées. Elle se divise en plaquettes plus ou moins étendues.

Le feldspath en est l'élément très prépondérant aussi bien au second temps de consolidation qu'au premier; tous les autres éléments ne sont qu'accessoires. Elle doit sa structure à l'aplatissement suivant g^1 (010) des feldspaths qui la composent et à leur arrangement régulier suivant des plans parallèles à ces faces d'aplatissement.

Au microscope, en outre du feldspath, on y découvre de la magnétite assez commune surtout au second temps, de l'apatite riche en inclusions cinériformes, du sphène, de la biotite à un axe et de l'hornblende presque entièrement résorbée, de l'augite rare au premier temps, plus commune au second en cristallites prismatiques, et de la néphéline microlitique, de la noséane clairsemée et altérée. Assez fréquemment on y observe aussi de l'olivine. Ce minéral est parfois intact, mais plus souvent il est plus ou moins complètemeent épigénisé en une chlorite peu biréfringente. On l'observe particulièrement au centre de ségrégations dont la partie périphérique est formée d'augite et de biotite.

Le feldspath du premier temps de consolidation est presque exclusivement de l'anorthose, qui se montre en grandes lamelles très minces frangées très aplaties suivant g^1 (010), limitées par les faces p (001), a^1 $(\bar{1}01)$ et $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$. Par suite de cet aplatissement la macle de l'albite est difficile à constater, cependant elle s'observe assez souvent; il est difficile seulement dans la plupart des cas de reconnaître si les individus qui la présentent appartiennent réellement à l'anorthose ou bien à un feldspath calco-sodique autrement que par l'observation des réfringences.

Digitized by Google

L'existence de l'anorthose est facile à démontrer. En effet, en raison de l'aplatissement suivant g^1 et de la nature du feldspath, on constate aisément que la plupart des lamelles vues à plat sont perpendiculaires à n_g et fournissent des images bien centrées avec angle d'extinction d'environ 10° par rapport au clivage p. La biréfringence de ces sections est assez élevée et les branches d'hyperbole sortent plus rapidement du champ que lorsqu'on a affaire à des feldspaths calco-sodiques. L'examen des sections perpendiculaires à n_p permet d'achever la démonstration. Avec un peu de patience on arrive à en découvrir d'assez larges pour se prêter à l'examen optique. Elles sont de teinte bleuâtre, beaucoup moins biréfringentes que les sections perpendiculaires à n_g, donc n_p est bissectrice aiguë. Quand on fait tourner la préparation entre les nicols croisés, on voit en lumière convergente les branches d'hyperbole demeurer dans le champ en présentant l'écartement maximum qui correspond à peu près à l'angle 2V = environ 45° caractéristique de l'anorthose.

L'angle d'extinction par rapport à la macle de l'albite est d'environ 88°.

Exceptionnellement on observe des écartements d'axes plus petits, montrant l'existence de la sanidine à titre de minéral accessoire.

Les microlites feldspathiques présentent le même caractère, l'anorthose est donc le feldspath principal aux deux temps de consolidation.

La prédominance de ce feldspath peut être démontrée rigoureusement par l'observation des poids spécifiques de la poudre feldspathique que l'on sépare par l'emploi successif de l'électro-aimant et des liqueurs denses. Presque tout le feldspath extrait plonge dans un liquide de densité 2,550 et surnage ou flotte dans un liquide de densité

Digitized by Google

2,560. Les grains de poids spécifique plus élevé ne constituent pas plus de 5 % du poids de la masse totale, et encore parmi eux se trouvent des cristaux d'anorthose rendus plus lourds par des inclusions de biotite ou d'augite.

Pour déceler sûrement la présence d'un feldspath calco-sodique, il faut avoir recours à des échantillons recueillis sur la crête du Lioran à la base du Griou. La roche qui s'y rencontre présente en effet des passages de la phonolithe à l'andésite ; les échantillons du sommet du Griou ne contiennent pas de feldspath triclinique.

A côté de l'anorthose on y observe de l'andésine.

Ce feldspath est également aplati suivant g^1 et les lamelles d'aplatissement s'y montrent aussi sensiblement perpendiculaires à n_g avec image centrée en lumière convergente. De plus l'angle d'extinction par rapport au clivage p (001) est d'environ 10° comme dans l'anorthose. Sur ces sections qui sont les plus communes, il n'est donc pas facile de distinguer ces deux feldspaths. Cependant un caractère distinctif délicat permet à un œil exercé de les reconnaître. Les sections perpendiculaires à n_g de l'andésine sont moins biréfringentes que les sections correspondantes de l'anorthose; et de plus, commes les axes y sont très voisins de 90° et que n_g est bissectrice aiguë, les branches d'hyperbole s'arrêtent aux limites du champ au lieu d'en sortir comme dans le cas de l'anorthose.

Les sections perpendiculaires à n_p sont beaucoup plus caractéristiques, car dans l'andésine elles sont bien plus biréfringentes que dans l'anorthose, l'écartement des axes y est bien plus notable (les sommets des branches d'hyperbole sortent du champ), enfin on observe des angles d'extinction d'environ 65° par rapport à la trace de la macle de l'albite.

La détermination des feldspaths en microlites est extrê-

Digitized by Google

mement pénible. La difficulté est surtout accrue par ce fait que le feldspath qui les constitue en même temps que l'anorthose est de l'oligoclase-andésine à bissectrice aiguë n_p comme c'est le cas de l'anorthose.

L'observation des biréfringences des sections Tn_g devient bien incertaine et l'on ne peut guère compter sur la différence des angles d'extinction qui est trop faible pour fournir une indication sûre.

Il faut dans ce cas avoir recours à l'examen des sections perpendiculaires à n_p, examen auquel se prêtent malheureusement très peu des microlites minces et maclés. C'est cependant une observation de ce genre qui m'a permis dans la roche en question de reconnaître la présence d'une oligoclase-andésine s'éteignant sur Sn_p à 72° par rapport à la trace de la macle de l'albite et possédant un grand écartement d'axes.

Dans les faisceaux de microlites vus sur la tranche, il est facile de constater des différences de réfringence dues certainement en grande partie à la diversité des deux catégories de feldspath qui les constituent. Mais la diversité des orientations de ces sections microlitiques empêche d'en tirer des conclusions distinctives.

Phonolithe feldspathique de Liberté (Ardèche).

(N° 2595 de la Collection du Collège de France.)

La roche étudiée est d'un gris verdâtre foncé, compacte. à cassure cireuse, parsemée de lamelles feldspathiques vitreuses de 2 à 4^{mm} dans le sens de leur plus grande dimension. En grande masse, elle offre cette particularité de ne pas se diviser en plaquettes à la manière des phonolithes ; elle est massive.

Au microscope, les deux temps de consolidation se montrent bien distincts, la fluidalité très accusée.

Digitized by Google

Les minéraux du premier temps de consolidation sont peu variés. L'élément de beaucoup le plus commun est le feldspath, maclé suivant la loi de Karlsbad, formant des groupes de trois à quatre individus grossièrement alignés dans le sens de la fluidalité.

On n'aperçoit aucune trace de la macle de l'albite. L'angle d'extinction sur Sn_p a été trouvé de 89° et sur Tn_g d'environ 6°. Ces données sont tellement voisines de celles qui se rapportent à la sanidine, que ce feldspath devrait y être rattaché si l'angle des axes n'était précisément celui qui convient à l'anorthose. En effet, mesuré très exactement au moyen de l'objectif à grand angle et d'un oculaire à réticule mobile, il a été trouvé : $2V = 46°$ (1).

Comme minéraux du premier temps, signalons encore la magnétite et l'œgyrine. Ce minéral possède une belle couleur verte; il est polychroïque dans les tons vert et jaune verdâtre, négatif en long avec petit angle d'extinction, en un mot présente ses caractères normaux.

Le magma du second temps est plus compliqué. Il est chargé de très nombreux microlites de feldspath allongés suivant pg^1 (001) (010) et aplatis suivant g^1 (010), maclés pour la plupart suivant la loi de Karlsbad, rarement suivant la loi de l'albite. Vus sur la tranche, ils s'éteignent généralement sous de très petits angles. Les sections aplaties sont les seules auxquelles on puisse appliquer aisément l'examen en lumière convergente. Quand on pratique cette opération, on reconnaît que la plupart des individus examinés sont perpendiculaires à n_g. Les sommets des hyperboles atteignent les bords du champ pour une rotation de la platine du microscope de 12 à 14°, ce qui correspond bien aux données fournies par l'anorthose taillée

(1) Dans la thèse de M. Boule, l'angle indiqué pour 2V est d'environ 55°, mais la mesure qui avait été donnée à cet angle était moins précise que celle-ci.

Digitized by Google

suivant Tn_g. Quelques angles de rotation plus grands, observés à titre exceptionnel, permettent cependant d'affirmer la présence d'un feldspath calco-sodique en microlites. En somme, l'anorthose est, en microlites comme en grands cristaux, le feldspath dominant de la roche et l'oligoclase-andésine ne figure que comme minéral accessoire.

L'œgyrine est très commune en microlites prismatiques allongés suivant h^1g^1 (100) (010). Elle est accompagnée d'un minéral brun foncé, lamelleux, légèrement polychroïque qui, comme elle, moule les microlites de feldspath. Elle est aussi accompagnée de lâvenite d'un jaune pâle, incolore suivant n_p et n_m, jaune clair suivant n_g, fortement réfringente et biréfringente. La lâvenite moule également les microlites feldspathiques.

Enfin, en lumière naturelle, avec un fort grossissement, on aperçoit d'innombrables petits cristaux lamelleux, les uns rectangulaires, les autres hexagonaux que je crois pouvoir considérer sûrement comme de la néphéline. Ils sont évidemment trop minces pour donner des couleurs de polarisation.

Je les considère comme jouant un rôle trop peu important dans la constitution de la roche pour que celle-ci soit classée dans les phonolithes néphéliniques.

L'analyse des feldspaths extraits de la roche par l'emploi successif d'un électro-aimant et des liqueurs denses a donné les résultats suivants :

		Oxygène	
Silice	68,0	36,3	
Alumine	20,1	9,3	
Chaux	0,9	0,2	2,9
Soude	10,1	2,5	
Potasse	1,2	0,2	
	100,3		

Digitized by Google

Poids spécifique, 2.592.

Rapports d'oxygène, 11,61 : 3 : 0,93.

La teneur élevée en soude, révélée par l'analyse justifie l'assimilation du feldspath principal de la roche avec le type anorthose.

Phonolithe néphélinique de Diego-Suarez (Madagascar).

(N° de la Collection du Collège de France.)

La roche étudiée est d'un gris bleuâtre foncé, parsemée de cristaux blancs de feldspath et de néphéline d'un à deux millimètres dans le sens de leur plus grande dimension.

Elle est compacte, à cassure cireuse, peu fissile.

Au microscope, on reconnaît deux temps de consolidation distincts. La fluidalité est bien accusée, quoique les microlites de feldspath soient très petits et très inégalement distribués.

Comme éléments du premier temps, on reconnaît : apatite, magnétite, sphène, augite, œgyrine, feldspath et néphéline.

Le feldspath est très abondant en grands cristaux présentant la macle de Karlsbad sans aucune indication de celle de l'albite. Il ne possède pas d'inclusions vitreuses, mais une assez grande quantité d'inclusions cristallines de magnétite et d'augite. Les clivages p et g^1 sont bien développés.

L'extinction sur les sections Sn_p se fait à 90° par rapport au clivage g^1 (010). L'angle d'extinction sur les sections Tn_g a été trouvé de 3° à 5°. L'angle des axes $2V = 25°$ environ.

Il semble même que sur certains individus il soit notablement plus petit. Le feldspath en question est donc de la sanidine. Il est à remarquer que les cristaux de sanidine en question sont frangés sur les bords par suite de la juxtaposition de microlites de la même espèce minérale.

Digitized by Google

Les cristaux de néphéline sont aplatis suivant la base et quelquefois très allongés suivant un des côtés de celle-ci. Ils présentent trois clivages fins parallèlement aux faces du prisme et un clivage beaucoup plus marqué parallèlement à la base. Quelques-uns sont intacts et renferment parfois des inclusions vitreuses à bulle et des globulites en rangées alignées. D'autres présentent un commencement d'altération qui se manifeste en lumière naturelle par un léger chagriné de la surface des sections; d'autres, enfin, sont profondément altérés, ont perdu leur transparence et sont devenus grisâtres. L'altération se montre surtout sur les fentes du clivage parallèle à la base. Contrairement aux sections de feldspath, les sections de néphéline ne sont pas frangées, mais souvent bordées d'un liseré grisâtre produit par altération superficielle, comme cela se voit dans l'haüyne.

L'augite est rosée, parfois presque incolore, sans polychroïsme sensible, maclée suivant h^1 (100).

Elle devient verte en s'épigénisant en œgyrine.

Généralement l'épigénie est incomplète et n'atteint que les parties superficielles des cristaux d'augite; il en résulte que beaucoup de sections possèdent dans leur partie centrale la teinte et les propriétés optiques de l'augite et sont bordées seulement d'un étroit liseré ayant la couleur et les propriétés optiques de l'œgyrine.

La néphéline moule l'augite et la sanidine.

Le sphène est en cristaux assez nombreux, bien développés, offrant les formes $d^{1/2}$ (111) $(1\bar{1}1)$, p (001), h^1 (100).

Il est englobé par tous les minéraux ci-dessus.

Les microlites feldspathiques sont aplatis suivant g^1, mal délimités sur les bords de cette face. Les faces d'aplatissement sont perpendiculaires à n_g. Les sommets des branches d'hyperbole sortent du champ pour une rotation de

Digitized by Google

la platine du microscope qui ne dépasse pas 10°. Vus sur la tranche, ils sont filiformes et souvent groupés en faisceaux semblables à ceux des porphyrites.

Ils s'éteignent pour la plupart sous un très petit angle. Ils s'adjoignent aux grands cristaux de sanidine en prenant la même orientation qu'eux et sans produire de zonage. On peut, par conséquent, les considérer comme formés, au moins en majeure partie, par de la sanidine.

Les microlites d'œgyrine sont extrêmement nombreux, au moins autant que ceux de feldspath.

Ils sont en petits prismes allongés suivant l'arête h^1g^1 (100) (010); leur couleur est vert d'herbe.

Ils sont polychroïques dans les tons verts et vert jaunâtre, avec maximum de la teinte verte suivant n_p et de la teinte jaune suivant n_g. Sur la section g^1 la direction n_p fait un angle d'environ 5° avec l'arête h^1g^1. La magnétite est en granules octaédriques souvent altérés et déformés.

La matière vitreuse incolore se montre à un fort grossissement, remplie de petites lamelles cristallines à contours polyédriques, souvent granuleux, trop minces pour agir sensiblement sur la lumière polarisée. On les distingue surtout de la matière ambiante par leur différence de réfringence. On peut aussi aisément y découvrir des formes de rectangle et d'hexagone régulier. Il est donc permis de les rattacher à peu près sûrement à la néphéline. J'ajouterai que dans certaines préparations on les voit altérés et transformés en une matière grisâtre translucide semblable à celle qui s'observe dans les grands cristaux altérés de néphéline.

Ainsi donc, aussi bien par ses microlites que par ses éléments du premier temps, cette roche se range dans les phonolithes néphéliniques.

Digitized by Google

DIABASE ANDÉSITIQUE

Diabase andésitique de Beaulieu, près d'Aix (Bouches-du-Rhône). — L'échantillon de cette localité qu'il m'a été donné d'étudier (1) est gris jaunâtre, parsemé de taches foncées, doué d'une structure microlitique remarquable et pourtant assez cohérent; il ne s'écrase pas sous la pression des doigts. Il ressemble beaucoup pour l'aspect extérieur à certaines enclaves des laves de Santorin que j'ai décrites jadis sous le nom de laves à oligoclase et sur la composition minéralogique desquelles je reviens ci-après (2).

On reconnaît à la loupe que la roche est très cristalline et qu'elle est composée de prismes de feldspath allongés suivant l'arête pg^1 (001) (010) avec aplatissements de direction variable, d'augite d'un brun verdâtre très foncé et de lamelles allongées d'ilménite, sans aucune apparence de magma d'un second temps de consolidation.

Les cavités dont elle est criblée sont anfractueuses et irrégulières. Les cristaux qui la composent y font saillie et s'y enchevêtrent. Ils ont plusieurs millimètres de long, mais il est presque impossible de les détacher à cause de leur friabilité. La teinte jaunâtre des feldspaths tient à un léger enduit superficiel d'une extrême minceur.

Au microscope, la roche ne présente véritablement qu'un seul temps de consolidation, bien que la matière vitreuse ne soit pas aussi complètement absente que l'indiquait l'examen à la loupe. Elle se montre, en effet, çà et là dans les intervalles étroits laissés par les cristaux; elle est brune et en partie dévitrifiée, cristallitique. La structure

(1) D'après les renseignements que j'ai obtenus sur le gisement de cette roche, elle formerait un amas irrégulier dans la partie centrale du massif volcanique basique de Beaulieu.

(2) P. 600.

Digitized by Google

générale est celle que les pétrographes étrangers ont désignée sous le nom de structure intersertale et qui, comme on le sait, est très commune dans les diabases.

Un premier fait très intéressant, révélé par l'examen microscopique, est l'abondance de l'apatite.

Elle fourmille en longs prismes très étroits, en inclusions dans les feldspaths et l'augite. Elle est dépourvue d'inclusions cinériformes.

Les feldspaths sont de deux catégories, les uns à bissectrice aiguë positive, les autres à bissectrice aiguë négative. Ces derniers enveloppent les autres et leur constituent comme une sorte de gaîne. Ils sont associés de telle sorte que parfois le centre d'un groupe est formé par un cristal sectionné suivant Tn_p et à teinte brillante, tandis que l'enveloppe est constituée par un cristal sectionné suivant Sn_p et à teinte gris bleuâtre. Dans ce cas-ci, comme dans beaucoup de cas analogues, il est curieux de voir la même orientation optique sur des cristaux de feldspaths dissemblables groupés ensemble.

Parmi les feldspaths à bissectrice aiguë n_g, celui qui domine est l'andésine, caractérisée par des angles d'extinction de 66° à 68° sur Tn_p et de 8° à 12° sur Sn_g et par le grand écartement de ses axes.

On observe aussi, mais bien plus rarement, du labrador à angles d'extinction de 60 à 62° sur Tn_p et de 18 à 20° sur Sn_g. Ces feldspaths sont maclés suivant les lois de Karlsbad, de l'albite, de la péricline et exceptionnellement suivant la loi de Baveno.

Les feldspaths à bissectrice aiguë n_p doivent être rapportés à l'anorthose. Ils ne sont pas maclés, présentent sur Sn_p des angles d'extinction de 86 à 89° et sur Tn_g des angles de 8 à 10°.

Mais cette anorthose est surtout caractérisée par l'écar-

Digitized by Google

tement de ses axes qui, mesuré avec emploi de l'objectif à grand angle et de l'oculaire à réticule mobile est :

$$2\,V = 43^{\circ}.$$

L'augite offre des teintes qui varient chez un même individu du rose violacé au vert olive sans présenter pour cela aucune indication de polychroïsme. Ce minéral se montre en cristaux automorphes enveloppés par les feldspaths divers et réciproquement il englobe des cristaux de feldspath comme dans les roches à structure ophitique.

Quant à l'ilménite, elle est en longues lamelles tronquées obliquement à leurs extrémités ; elle est englobée à la fois par l'augite et par les feldspaths.

On voit, d'après ce qui vient d'être dit, que la roche est bien une diabase et non une roche microlitique, et cependant il n'est pas douteux qu'elle ne provienne d'une éruption volcanique et d'un épanchement à l'air libre. Il me semble probable que cette lave représente une segrégation qui, au moment de sa sortie, était extrêmement visqueuse et traversée abondamment par des matières volatiles.

L'analyse en bloc des feldspaths extraits de la roche a donné les résultats suivants :

		Oxygène	
Silice	63,7	34,0	
Alumine	22,9	10,7	
Chaux	4,5	1,3	3,8
Soude	8,6	2,2	
Potasse	1,7	8,3	
	101,4		

Poids spécifique, 2.632.

Rapports d'oxygène, 9,53 : 3 : 1,07.

La composition de la matière analysée correspond à peu près à la formule $Ab^{4}\,An^{1}$. En tenant compte uniquement de la composition chimique on serait donc volontiers tenté

Digitized by Google

de voir dans cette matière un feldspath unique correspondant assez bien aux données de la loi de Tschermak. Les résultats si nets de l'examen optique montrent qu'il s'agit d'un mélange plus compliqué, dans lequel on voit figurer des feldspaths appartenant à deux catégories absolument différentes et probablement en proportions à peu près égales.

ROCHES DE L'ILE DE MILO (GRÈCE)

Durant un séjour d'une quinzaine de jours que j'ai fait en 1866 dans l'île de Milo, j'ai visité toutes les parties de l'île et recueilli une petite collection des roches diverses que l'on y rencontre.

Je crois devoir exposer ici les résultats que donne l'examen microscopique des principales d'entre elles, attendu que l'on y trouve des types pétrographiques qui font défaut ou qui sont incomplètement représentés en France. Je veux parler notamment des roches volcaniques à quartz bipyramidé dont on ne trouve aucun échantillon normal en Auvergne et des labradorites qui s'y montrent d'une uniformité monotone. En outre, la description de quelques andésites de cette île montre qu'on y observe presque tous les types d'andésites du Plateau central de la France et que seuls les basaltes ne s'y rencontrent pas. Ce coup d'œil rapide, jeté sur les roches de Milo, permettra d'apprécier le caractère général de leur ensemble et mettra en lumière l'étendue du champ de leur variation.

Rhyolite de Calamos. — Le district de Calamos se trouve dans la partie sud de l'île de Milo. Le sol y dessine grossièrement une sorte de bassin dans lequel les géologues du milieu de notre siècle ont cru voir un cratère de soulèvement. Il s'agit, en réalité, d'un massif éruptif très irrégulier

Digitized by Google

formé par un amas de blocs de rhyolite entassés dans le plus grand désordre.

Il est probable que cette localité correspond à un ancien centre éruptif qui a rejeté des laves très incomplètement fondues et qui, en même temps, était le siège d'abondantes émanations volcaniques.

On y voit encore aujourd'hui des débris des poteries ayant servi à d'anciennes exploitations de soufre.

Les roches sont généralement très altérées. Parmi celles qui sont le plus intactes, on distingue à l'œil nu des types extrêmement variés. Les unes sont cohérentes, rugueuses, grisâtres, ont un aspect trachytique prononcé ; d'autres sont vitreuses, ont des teintes foncées et ressemblent à des obsidiennes ; d'autres sont cariées, rougeâtres et ressemblent à de la meulière ; d'autres sont ponceuses, blanches et criblées de larges pores souvent tapissés de petits cristaux de quartz.

Au microscope, ces roches si diverses d'aspect, apparaissent bien plus uniformes. Toutes sont riches en matière vitreuse chargée de cristallites ; toutes contiennent du quartz bipyramidé, des feldspaths mono et tricliniques, et de la biotite. La fluidalité est ordinairement très bien accusée, surtout dans les échantillons les plus vitreux, où l'on voit les bandes de verre diversement teintées s'allonger en traînées irrégulières, contourner les cristaux et s'enchevêtrer.

L'apatite est rare et dépourvue d'inclusions cinériformes. La magnétite ne se montre que sous la forme d'une fine poussière granuleuse tantôt clairsemée, tantôt constituant des taches noirâtres difficiles à distinguer de celles qui sont produites par le remplissage accidentel des pores de la roche.

La biotite est d'un brun rougeâtre, très polychroïque, sensiblement à un axe.

Le quartz bipyramidé a ses angles arrondis et ses faces

Digitized by Google

creusées de sinus remplis par des pénétrations du magma. Il est ordinairement traversé de fentes irrégulières, surtout quand il contient quelqu'inclusion qui sert de point de départ aux fentes. Souvent il est cassé et les fragments sont alors plus ou moins écartés les uns des autres. J'y ai observé quelques inclusions vitreuses.

La sanidine est à deux axes écartés d'un angle $2V = 25°$ environ (mesure faite avec l'oculaire micrométrique à réticule mobile et l'objectif à grand angle). Elle est en individus non maclés ou maclés suivant la loi de Karlsbad. Ses angles sont arrondis. Les clivages p et g^1 sont généralement bien accentués, quelquefois cependant ils font entièrement défaut et alors le minéral ressemble à un quartz. Dans ce cas, l'observation en lumière convergente rend de grands services.

Cette sanidine contient des inclusions vitreuses. Elle moule le quartz et les feldspaths tricliniques, mais ne forme pas d'association régulière avec ceux-ci.

Les feldspaths tricliniques sont l'andésine et l'oligoclase-andésine. On observe, en effet, des angles de 8 à 10° sur Sn_g et de 65 à 68° sur Tn_p caractéristiques de l'andésine.

On constate aussi des angles de 0 à 2° sur Tn_g et des angles de 76 à 78° appartenant à l'oligoclase-andésine.

Les deux feldspaths tricliniques contiennent des inclusions vitreuses ; ils sont maclés suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline. On les trouve en individus distincts, mais quelquefois aussi réunis en individus zonés dans lesquels l'andésine occupe la partie centrale. Ils ont subi aussi l'action corrosive du magma ambiant, mais à un moindre degré que le quartz et la sanidine. On les trouve également brisés et fragmentés.

La proportion relative de la sanidine et des feldspaths

Digitized by Google

tricliniques m'a paru varier dans une large mesure dans les divers échantillons.

La matière vitreuse du second temps de consolidation est tantôt incolore et tantôt sillonnée de bandes jaunes ou rougeâtres. Ses fissures sont souvent remplies de produits de décomposition. Parfois elle présente une belle structure perlitique.

Les microlites feldspathiques sont toujours petits et clairsemés; cependant, dans les cas les plus favorables, on peut les soumettre sur les sections Tn_g à l'examen en lumière convergente et alors on reconnaît des sections se rapportant à la sanidine et d'autres appartenant aux feldspaths tricliniques.

La biotite figure aussi comme élément du second temps sous forme de petites lamelles filamenteuses entraînées dans le mouvement fluidal.

Les produits secondaires sont surtout de la limonite et de la chlorite répandues dans les cavités de la roche, mais on constate aussi la production de petites concrétions quartzeuses au sein de la matière vitreuse en voie de décomposition et surtout de beaux exemples de dépôt d'opale à croix noire remplissant les pores des échantillons ponceux.

Le quartz tapisse souvent les mêmes cavités, mais il se montre en outre dans le magma vitreux sous forme de sphérolites pétrosiliceux, doués d'un pouvoir diffusif notable et probablement de composition complexe (opale, quartz et feldspath).

Dans les rhyolites de Calamos, les feldspaths tricliniques sont toujours très abondants; ils attirent surtout l'attention par les macles qu'ils montrent en lumière polarisée parallèle.

La sanidine, au contraire, ne peut être reconnue sûre-

Digitized by Google

ment qu'après un examen attentif (car beaucoup d'individus de feldspaths tricliniques ne sont pas maclés) ; elle est plus fréquente qu'elle ne semble au premier abord, c'est pourquoi j'ai cru devoir ranger ces roches parmi les rhyolites et non parmi les dacites.

Dacite de Vani. — Au microscope, la roche apparaît très vitreuse, mais cependant elle contient de nombreux microlites de feldspath disposés en traînées fluidales.

Le quartz bipyramidé est très corrodé et cassé ; il est englobé par les feldspaths.

La biotite, assez fréquente, ne présente aucune trace de phénomène de résorption.

Le feldspath prédominant est l'oligoclase-andésine, comme le prouve la fréquence des angles de 2 à 5° sur Tn_g et de 75 à 76° sur Sn_p.

Il est maclé suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline.

La roche est très altérée et les feldspaths sont plus ou moins attaqués. Quelques individus sont quartzifiés par épigénisation, d'autres ont perdu toute action sur la lumière polarisée et ne se reconnaissent plus qu'à leurs formes et à leurs clivages.

Le magma vitreux est lui-même fortement altéré, chargé de concrétions grenues de quartz, de granules, de limonite. On y aperçoit même des sphérolites radiés à éléments quartzeux.

Les microlites de feldspath sont allongés, rarement maclés, s'éteignent sensiblement en long.

La roche semble plutôt une dacite qu'une rhyolite, car la présence de la sanidine est difficile à y démontrer. Cependant, il m'a paru impossible de trancher sûrement la question.

Digitized by Google

Dacite de Damiano. — Au microscope, cette roche ressemble beaucoup à celle de Calamos. On y observe aussi du quartz bipyramidé, de la biotite et des feldspaths mono et tricliniques ; la matière vitreuse y est également très développée et disposée en traînées fluidales, elle renferme peu de microlites, mais beaucoup de cristallites.

Mais elle s'en distingue par l'abondance d'une hornblende brune, très polychroïque, s'éteignant sur g^1 (010), sous un angle d'environ 1°. Cette hornblende est corrodée, ses angles sont arrondis, mais elle ne présente aucune trace de la bordure de résorption si commune dans les andésites.

Le feldspath dominant est l'andésine caractérisée par des angles d'extinction de 10 à 12° sur Sn_g et de 65 à 68° sur Tn_p. L'oligoclase-andésine, moins fréquente, a montré sur Tn_g des angles de 1 à 3°.

Les microlites, très petits et clairsemés, offrent des extinctions sensiblement longitudinales.

Dans une préparation, j'ai observé un groupement d'hornblende et de feldspath triclinique offrant tous les caractères d'une segrégation.

Dacite de Tsakistra. — Cette dacite provient d'un massif de roches blanchâtres poreuses, très altérées, situé sur la côte orientale de l'île.

Cette localité est le siège d'une soufrière qui était exploitée en 1866 ; le sol y est traversé d'émanations chaudes de vapeur d'eau, d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré.

La roche, vue au microscope, apparaît comme une sorte d'obsidienne rhyolitique à structure perlitique. Elle est, en effet, très riche en matière vitreuse disposée en traînées fluidales et remplie de cristallites et de trichites. Les fentes perlitiques y sont très prononcées.

Digitized by Google

Le quartz bipyramidé est fréquent ; il est fendillé et corrodé. On y observe des inclusions vitreuses à bulles, reproduisant les formes de leur hôte.

La biotite est à un axe. Elle ne présente aucune trace de phénomènes de résorption. Il en est de même pour l'hornblende, dont les angles sont cependant arrondis. Un individu de cette espèce minérale, taillé suivant la base, a la forme d'un losange creux.

Dans la même roche, on voit de l'hypersthène d'un brun clair et de l'augite légèrement verdâtre, presque incolore, en petits cristaux cassés et disséminés en débris dans les traînées fluidales.

Les trois feldspaths observés sont : la sanidine, l'andésine et l'oligoclase-andésine. Les deux feldspaths tricliniques paraissent à peu près également abondants, si l'on en juge par le degré de fréquence des angles d'extinction qui les caractérisent sur les sections perpendiculaires aux bissectrices.

Ils se montrent aussi associés dans les cristaux zonés. La sanidine ne paraît jouer qu'un rôle accessoire parmi les grands cristaux de feldspath.

Au sein de la matière vitreuse, les microlites font à peu près défaut ; au contraire, les cristallites fourmillent. Ces cristallites, par leurs formes, doivent être probablement rapportés à l'augite. Les trichites ont ordinairement pour point d'implantation un petit cristal de magnétite.

Dacite du Saint-Elie. — La montagne du Saint-Elie est l'éminence la plus haute de l'île de Milo. Elle est composée en majeure partie de roches volcaniques acides très quartzeuses et surtout très quartzifiées. Les phénomènes de silicification sont particulièrement développés dans les parties hautes de la montagne ; la surface des pentes est

Digitized by Google

recouverte d'une sorte de revêtement de cristaux de quartz.

La roche étudiée ressemble beaucoup à toutes celles qui viennent d'être décrites, mais elle paraît encore plus siliceuse. Le quartz bipyramidé n'y est cependant pas plus fréquent. Il renferme des inclusions liquides à bulle mobile.

L'andésine fait défaut. La sanidine caractérisée par son petit écartement d'axes semble assez commune; le feldspath triclinique qui l'accompagne paraît être uniquement l'oligoclase-andésine, comme en témoignent les valeurs des angles d'extinction observées sur les sections perpendiculaires aux bissectrices.

La matière vitreuse du second temps est pauvre en microlites feldspathiques, mais elle contient en abondance des concrétions quartzeuses de formes variées, tantôt en individus isolés, tantôt en groupes spongieux, reproduisant en un mot les principaux types de ce que M. Michel Lévy a appelé le quartz globulaire. D'autres produits secondaires sont également très fréquents; nous citerons entre autres la damourite, la limonite et l'épidote.

Dacite de Spharagma. — Spharagma est une localité de la région orientale de l'île.

Les échantillons recueillis en ce point appartiennent à la même catégorie de roches, ce sont toujours des dacites à hornblende et hypersthène, très riches en matière vitreuse, mais ils présentent cependant des variétés diverses qui diffèrent par leur aspect extérieur et par leur constitution microscopique.

Les deux variétés principales sont constituées, l'une par une dacite foncée remplie de traînées d'une matière noire ferrugineuse alternant avec des traînées incolores, l'autre est de teinte noire, formée par une matière incolore flui-

Digitized by Google

dale chargée de cristallites et sillonnée de fentes perlitiques enroulées.

La composition minéralogique est la même dans les deux cas. L'hornblende brune est fréquente, elle est polychroïque dans les tons brun verdâtre et jaune. L'hypersthène est rare et en individus plus petits, de teinte vert pâle. Le quartz bipyramidé est fortement corrodé et brisé; il ne se montre qu'en individus de 2 à 3 millimètres de diamètre très clairsemés. La sanidine est tout à fait accessoire, sa présence est difficile à démontrer, aussi bien en grands cristaux qu'en microlites. Les feldspaths tricliniques sont encore l'andésine et l'oligoclase-andésine, soit en individus distincts, soit en cristaux zonés. L'andésine semble prédominer. Sur les préparations étudiées j'ai trouvé particulièrement un grand nombre de sections à macle d'albite taillées suivant Tn_p et présentant des angles d'extinction de 65 à 69°.

Dans la variété perlitique, en particulier, les feldspaths tricliniques sont riches en inclusions vitreuses à bulle, alignées suivant les zones d'accroissement. Les macles observées sont celles de Karlsbad, de l'albite et de la péricline.

Les cristallites du second temps sont verdâtres, allongés, s'éteignent en long, polarisent faiblement et sont passablement réfringents. Je les considère avec quelque doute comme formés par de l'hypersthène.

Les microlites de feldspath sont très clairsemés; quelques-uns offrent ces sections quadrangulaires perpendiculaires à n_g et à axes voisins de 90°, si communs dans les roches volcaniques acides. Les extinctions sont sensiblement longitudinales. Il en est de même pour la plupart des microlites vus sur la tranche. Ceux-ci sont étroits et souvent constitués en macles binaires. Ils sont généralement

Digitized by Google

allongés suivant *pg*[1] (001) (010). Quelques-uns présentent exceptionnellement la macle d'albite. De même que dans la plupart des dacites précédentes le feldspath en microlites semble donc appartenir surtout au type oligoclase-andésine, c'est pourquoi il me paraît préférable d'en faire des dacites plutôt que de les rattacher aux rhyotites.

On a d'ailleurs l'avantage de s'accorder ainsi avec les nomenclatures basées sur la considération des grands cristaux, car dans la roche de spharagma en particulier les feldspaths tricliniques sont évidemment très prépondérants au premier temps de consolidation.

Du reste la liaison entre toutes ces roches quartzifères de Milo est telle que je ne vois pas grand avantage à les scinder en deux groupes distincts : rhyolites et dacites. Et la détermination exacte du degré de fréquence relative des feldspaths mono et tricliniques offre de si grandes difficultés qu'en adoptant une classification trop serrée on s'exposerait à de graves erreurs. Je crois donc devoir garder le nom de dacite comme s'appliquant à l'ensemble du groupe.

Dacite de Trachila. — La roche vue au microscope se montre extrêmement riche en matière vitreuse et à structure perlitique. Les grands cristaux sont clairsemés, corrodés et brisés. Les microlites font presqu'entièrement défaut.

On y découvre de la biotite et de l'hornblende, l'une et l'autre de teinte brune, presqu'aussi fortement polychroïques l'une que l'autre et sans trace aucune de phénomènes de résorption. Le quartz bipyramidé est rare. Les feldspaths tricliniques sont les seuls dont on constate sûrement la présence. Le feldspath dominant est l'oligoclase-andésine caractérisée par des angles de 2 à 4° sur

Digitized by Google

Tn_g et de 74 à 76° sur Sn_p. Dans l'une des préparations de cette roche j'ai observé une association de six cristaux de feldspath tout à fait analogue à l'association de cristaux d'augite signalée dans le basalte doléritique de Cussagol.

Le magma vitreux est incolore, parsemé de traînées noirâtres fluidales. Certaines parties altérées sont devenues translucides, grisâtres. Sur l'une des préparations on observe des sphérolites radiés dont les éléments sont à allongement négatif; ce sont presque certainement des sphérolites feldspathiques dont les cristaux élémentaires présentent l'allongement normal suivant pg^1 (001) (010). Ils n'ont, ni la biréfringence, ni la limpidité, ni les terminaisons de la calcédoine.

Dacite de Calamavro. — Comme la précédente, cette rhyolite renferme de la biotite, de l'hornblende brune, du quartz bi-pyramidé très corrodé et les deux feldspaths tricliniques habituels de ces roches: l'andésine et l'oligoclase-andésine. L'andésine semble prédominer. Ces deux feldspaths se montrent en individus distincts et en cristaux zonés.

La matière vitreuse est disposée en traînées fluidales diversement teintées. Les microlites très clairsemés offrent les caractères de l'oligoclase-andésine.

Dacite de Katsipardo. — Cette roche ressemble beaucoup à celle de Vani. Non seulement la structure et la composition minéralogique sont les mêmes, mais les altérations sont identiques. Comme dans la dacite de Vani, on constate que les feldspaths sont en partie quartzifiés, et en partie tellement décomposés qu'ils n'exercent plus d'action sensible sur la lumière polarisée.

La matière vitreuse renferme en abondance des parti-

Digitized by Google

cules de quartz concrétionnés de formation secondaire. Elle contient aussi de la limonite et de la calcédoine remplissant ses fentes.

Dacite de Philopotamos. — Au microscope, elle présente une belle structure perlitique. Les fentes perlitiques découpent une matière vitreuse, tellement abondante par rapport aux cristaux qu'elle renferme, qu'on est volontiers tenté de considérer la roche comme une obsidienne. La fluidalité est très accusée, manifestée par des traînées les unes incolores, les autres teintées de jaune plus ou moins foncé. Dans les traînées incolores, on aperçoit de longs filaments qui suivent les mouvements fluidaux et se distinguent de la matière qui les entoure. Ils sont légèrement verdâtres, plus réfringents que le magma ambiant, et polarisent sensiblement malgré leur extrême minceur. Par places, ils se réduisent à l'état de gouttelettes généralement étirées en forme de larmes.

Les cristaux de cette dacite sont remarquables par l'intégrité de leurs formes, les angles sont généralement bien conservés. Le quartz bipyramidé renferme des inclusions vitreuses à bulle. Le feldspath dominant est l'oligoclase-andésine caractérisée par des angles d'extinction de 1 à 3° sur Tn_g et de 75 à 77° sur Sn_p.

Dans un cristal zoné, de la dacite de Philopotamos j'ai observé une section Sn_p constituée par de l'oligoclase-andésine à angle d'extinction de 77° et par de l'oligoclase à angle d'extinction de 89° (angle des axes voisin de 90°). C'est le seul cas, où j'aie pu constater sûrement dans les dacites de Milo la présence d'un feldspath de la série calco-sodique plus acide que l'oligoclase-andésine.

Andésite à biotite et hornblende du Kastron de Milo. — On désigne à Milo sous le nom de Kastron une éminence

Digitized by Google

conique sur laquelle s'élèvent les restes d'une bourgade autrefois fortifiée servant de refuge aux habitants de l'île en cas d'alerte. L'échantillon étudié provient du versant oriental de l'éminence, point où l'andésite se divise en larges plaquettes.

La roche est d'un gris rosé, cohérente.

Vue au microscope, elle présente deux temps de consolidation distincts, mais les cristaux du premier temps sont clairsemés; les microlites au contraire fourmillent et sont disposés en traînées fluidales.

La biotite et l'hornblende sont d'un brun foncé et presqu'entièrement résorbées.

Les feldspaths présentent les macles de Karlsbad et de l'albite. Celui qui domine au premier temps est l'andésine caractérisée par des angles de 10° sur Sn_g et de 67° sur Tn_p. L'oligoclase-andésine paraît également fréquente, car j'ai observé sur une préparation plusieurs angles d'extinction de 1 à 3° sur Sn_g. Enfin, accessoirement, on rencontre du labrador caractérisé par des angles de 20 à 21° sur Sn_g et de 60 à 62° sur Tn_p, soit en individus isolés, soit en association avec l'andésine dans des cristaux zonés.

Les microlites sont généralement en macles binaires, allongés suivant pg^1 (001) (010); il s'éteignent sensiblement en long. Le feldspath qui les constitue en majorité est l'oligoclase-andésine.

La matière vitreuse incolore s'aperçoit avec peine entre les cristaux qu'elle cimente.

Andésite à hornblende de Caparia. — Au point de vue des cristaux du premier temps de consolidation, cette andésite ressemble beaucoup à celle du Kastron, cependant on peut déjà penser qu'elle est moins acide par cette seule consi-

Digitized by Google

dération qu'elle ne renferme pas de biotite et qu'elle est riche en augite, au moins au premier temps.

L'hornblende est brune, presqu'entièrement résorbée. L'augite est vert clair et intacte. Les feldspaths du premier temps sont maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite. Les deux feldspaths prédominants sont l'andésine et le labrador. On les rencontre, soit en individus indépendants, soit en associations dans des cristaux zonés. Le labrador occupe la partie centrale des cristaux complexes et l'andésine en forme la bordure. Accessoirement on observe aussi de l'oligoclase-andésine.

Les microlites de feldspath sont extrêmement abondants au second temps et alignés fluidalement; ils sont associés à des granules cristallins de magnétite. L'augite n'existe pas à l'état microlitique.

Les microlites de feldspath présentent généralement des macles binaires; ils sont allongés suivant pg^1 (001) (010). La plupart ont des angles d'extinction compris entre 10° et 15°. Quelques-uns cependant présentent des angles plus grands, qui vont jusqu'à 30°.

Il est probable d'après cela que l'on a affaire à un mélange de microlites d'espèces feldspathiques diverses, andésine, labrador et peut-être oligoclase-andésine, mélange dans lequel prédomine l'andésine.

Le cas est intéressant, car il me semble plus fréquent de rencontrer à l'état de microlites le labrador ou l'oligoclase-andésine comme espèces prédominantes.

La matière vitreuse interposée entre les cristaux est incolore et de constatation difficile.

Andésite augitique à hornblende de Caparia. — L'échantillon étudié provient de la même localité que le précédent, mais d'un autre banc de lave.

Digitized by Google

Au microscope, on reconnaît que les cristaux du premier temps de consolidation sont très clairsemés et que les microlites du second temps sont extrêmement nombreux et alignés en traînées fluidales.

On y découvre de l'hornblende brune entourée d'une bordure noire de résorption, et des feldspaths tricliniques. Parmi ceux-ci on distingue de l'andésine manifestée par des angles d'extinction de 8 à 9° sur Sn_g et de 66° sur Tn_p, du labrador avec angles d'extinction de 20° sur Sn_g et de 60 à 62° sar Tn_p, enfin accessoirement du labrador-bytownite indiqué par des angles de 57 à 58° sur Tn_p.

Comme dans le cas précédent, les microlites paraissent appartenir à des espèces variées : oligoclase-andésine, andésine et labrador avec prédominance probable de l'andésine. Les microlites d'augite sont fréquents, ainsi que les grains cristallins de magnétite.

En somme, cette andésite, bien que très voisine de la précédente, est en somme plus basique et conduit aux labradorites décrites ci-après.

Labradorite à augite du ravin de Miocolo. — Au microscope, on voit qu'elle ne contient pas d'hornblende et que l'augite même y est rare.

Les feldspaths tricliniques du premier temps sont représentés par le labrabor dont les extinctions varient de 20° à 24° sur Sn_g et de 59° à 62° sur Tn_p et accessoirement par l'andésine à angle d'extinction de 65° sur Tn_p et par le labrador-bytownite à extinction de 58 sur Tn_p.

Les microlites présentent les extinctions du labrador. Ils sont distribués avec des grains octaédriques de magnétite au sein d'une matière vitreuse brune étirée en traînées fluidales. Il n'y a pas de microlites d'augite.

Digitized by Google

Labradorite augitique à hornblende d'Opsia. — Au microscope, on y reconnaît comme éléments du premier temps de consolidation : apatite, magnétite, hornblende, augite et feldspaths tricliniques riches en inclusions vitreuses.

L'apatite renferme des inclusions cinériformes alignées. L'hornblende brune est en partie résorbée ; elle est fréquente. L'augite vert clair est intacte. Le feldspath très prédominant en grands cristaux est le labrador caractérisé par des angles d'extinction de 21° à 23° sur Sn_g et de 59° à 61° sur Tn_p. Accessoirement, on observe du labrador-bytownite à angles d'extinction de 29° à 33° sur Sn_g.

Les microlites feldspathiques alignés en traînées fluidales offrent souvent des macles polysynthétiques suivant la loi de l'albite et l'angle d'extinction maximum de 30° caractéristique du labrador.

Ils sont accompagnés de microlites d'augite en petits prismes légèrement allongés suivant h^1g^1 (100) (010) et de granules de magnétite.

La matière vitreuse qui cimente les cristaux est difficile à constater.

Quelques grands cristaux du premier temps, dépourvus de formes bien nettes et entièrement épigénisés en chlorite, pourraient bien appartenir à de l'olivine altérée.

Je n'ai pas rencontré à Milo de véritable basalte.

Cette roche ressemble beaucoup aux labradorites augitiques à hornblende que l'on observe en Auvergne à l'état exceptionnel.

Labradorite à augite de Corachia. — Au microscope, on s'assure qu'elle ne renferme pas d'hornblende, mais qu'elle est assez riche en grands cristaux d'augite. Comme la précédente, elle présente un minéral dépourvu de forme

Digitized by Google

nette et entièrement épigénisé en produits ferrugineux, qui pourrait bien être de l'olivine altérée.

Les feldspaths tricliniques du premier temps sont maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite. Les espèces observées sont l'andésine caractérisée par des angles d'extinction de 12° sur Sn_g et de 67° sur Tn_p, le labrador indiqué par un angle d'extinction de 61° sur Tn_p et un angle de 19° sur Sn_g, le labrador-bytownite dénoté par un angle d'extinction de 31° sur Sn_g, et enfin la bytownite caractérisée par des angles d'extinction de 42° à 44° sur des sections perpendiculaires à n_p et par un angle de 56° sur une section perpendiculaire à n_g.

Une section zonée taillée à peu près perpendiculairement à n_g présente dans sa partie centrale un angle d'extinction de 44° et sur sa bordure un angle d'extinction de 12°. La zone centrale montre la macle de l'albite ; la bordure est de teinte uniforme. Il semble bien, d'après cela, que ce cristal se compose de bytownite et d'andésine, sans zone intermédiaire appréciable de labrador et da labrador-bytownite. Malgré la différence considérable qui existe entre les orientations ordinaires de l'ellipsoïde optique chez l'andésine et la bytownite, on voit dans ce cas une section dans laquelle il s'est opéré une sorte d'adaptation optique des deux espèces minérales.

Les microlites feldspathiques présentent tous les caractères du labrador ; ils sont disposés en traînées fluidales. Il n'existe pas de microlites d'augite, et les granules de magnétite sont clairsemés.

Il existe une matière vitreuse brune assez abondante interposée entre les cristaux.

Labradorite à hornblende de Kondaro. — Elle renferme au premier temps de consolidation : magnétite, hornblende

Digitized by Google

brune presque entièrement résorbée, augite vert clair entourée aussi d'une bordure de résorption et feldspaths tricliniques fréquents, maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite.

Le feldspath dominant en grands cristaux est le labrador à angles d'extinction de 20° à 25° sur Sn_g et de 59° sur Tn_p. Il est accompagné d'anorthite caractérisé par des angles de 47° sur Tn_g et de 56° sur Sn_p. Un angle de 57° observé sur une section perpendiculaire à n_p se rapporte probablement à la bytownite. Je n'ai pas observé de labrador-bytownite. Un échantillon zoné taillé à peu près perpendiculairement à n_g présente sur une partie centrale de teinte blanche, un angle d'extinction de 47° caractéristique de l'anorthite et à sa périphérie, qui est de teinte blanc bleuâtre, un angle d'extinction de 25° appartenant au labrador.

Les microlites en groupes serrés, alignés fluidalement, présentent l'angle d'extinction maximum du labrador. Il n'existe pas de microlites d'augite. La magnétite est commune en granules cristallins.

Cette labradorite, malgré la présence de l'anorthite parmi ses feldspaths du premier temps, me semble d'une basicité moindre que les trois précédentes. Celles-ci représentent les types pétrographiques les plus basiques de tous ceux que j'ai recueillis à Milo.

Labradorite à hornblende et hypersthène de Vothona. — Au microscope, elle est remarquable par le développement de la matière vitreuse au second temps.

Les cristaux du premier temps sont nombreux.

On y constate magnétite, hornblende brune en partie résorbée, hypersthène fréquente, augite et plagioclases. Le feldspath dominant est le labrador caractérisé par des

Digitized by Google

angles d'extinction de 18° à 24° sur Sn_g et de 61° sur Tn_p. Il est accompagné de bytownite à angles d'extinction de 31° à 33° sur Sn_g et de 57° à 58° sur Tn_p, et d'andésine manifestée par des angles d'extinction de 8° à 12° sur Sn_g.

Les microlites allongés suivant pg^1 (001) (010) offrent les angles d'extinction du labrador. Ils sont disséminés avec des granules octaédriques de magnétite au milieu de la matière vitreuse brune étirée en traînées fluidales.

ROCHES VOLCANIQUES DU PELOPONÈSE

A la suite de la description des principales roches de Milo, je crois devoir ajouter celles de quelques roches du Peloponèse très intéressantes au point de vue pétrographique ; elles complètent bien les séries de Milo et de Santorin.

Dacite de Bromo-Limni. — La localité de Bromo-Limni se trouve au bord de la mer, à la pointe de la presqu'île de Methana. Elle tire son nom d'une source sulfureuse chaude qui s'y rencontre.

L'échantillon étudié provient de l'amas gris rougeâtre massif qui borde la source.

Au microscope, la roche offre deux temps de consolidation, mais sans fluidalité distincte.

Les cristaux du premier temps sont fréquents et les microlites sont au contraire clairsemés au milieu d'une matière vitreuse incolore.

Comme minéraux du premier temps, on reconnaît : quartz bipyramidé, hornblende, apatite, magnétite et feldspaths tricliniques.

Digitized by Google

L'apatite, englobée en général dans les autres minéraux. est assez riche en inclusions cinériformes, mais ces inclusions sont peroxydées, jaunâtres, ce qui les rend peu distinctes. L'hornblende est brune, à petit angle d'extinction sur g^1 (010). Elle est brun rougeâtre suivant n_g et n_m et jaune verdâtre clair suivant n_p.

Le quartz bipyramidé a ses angles arrondis ; il renferme de belles inclusions vitreuses à bulles, Il est en gros individus peu nombreux.

Les feldspaths tricliniques sont maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite. Ils sont très riches en inclusions vitreuses, fréquentes surtout dans les parties centrales des cristaux zonés. Le feldspath le plus abondant est l'andésine à extinctions de 10° à 12° sur Sn_g et de 64° à 65° sur Tn_p. Il se montre associé dans les cristaux zonés à du labrador qui existe aussi en individus indépendants à angle d'extinction de 21° sur Sn_g. Enfin, on rencontre aussi. mais exceptionnellement, du labrador-bytownite à angle d'extinction de 33° sur Sn_g. Il est intéressant de rencontrer un feldspath aussi basique dans une roche d'un type acide aussi prononcé.

Les minéraux du second temps semblent n'être qu'une dégradation de ceux du premier temps. Ils sont de grande taille et appartiennent aux mêmes espèces que les grands cristaux. Il n'y a pas entre les deux temps de consolidation une distinction aussi tranchée que celle que l'on constate d'habitude dans les roches volcaniques.

L'hornblende se montre en particulier en microlites offrant les mêmes caractères et les mêmes particularités que les grands cristaux. Dans les deux cas, elle se montre altérée sur ses bords et épigénisée en hématite. Il en résulte cependant que les microlites sont souvent entièrement

Digitized by Google

transformés, tandis que la modification des grands cristaux est peu considérable.

Les microlites de feldspath offrent la macle de l'albite, tantôt binaire, tantôt multiple. Ils sont zonés avec labrador au centre, andésine à la périphérie. La matière vitreuse incolore est chargée de cristallites et probablement aussi de tridymite.

Labradorite à hypersthène de Méthana. — Cet échantillon a été recueilli à l'extrémité de la presqu'île, sur les parties hautes du promontoire qui la termine au-dessus de Bromo-Limni.

La roche qui l'a fourni paraît composer la majeure partie de la presqu'île, elle est d'un brun rougeâtre très cristalline et forme une série de bancs grossièrement superposés.

Au microscope, elle ressemble à certains égards à la dacite précédemment décrite. C'est aussi une roche microlitique, à structure fluidale peu accusée, cristaux du premier temps fréquents, microlites clairsemés et paraissant n'être qu'une dégradation des grands cristaux sans distinction tranchée entre les deux temps. La matière vitreuse incolore est abondante.

Il existe donc certaines analogies entre les deux roches, mais elles se distinguent nettement par leur composition minéralogique.

La labradorite est exempte de quartz et possède de l'hypersthène en cristaux nombreux et bien développés. C'est une des plus belles roches à hypersthène que l'on puisse rencontrer.

Cette hypersthène est de couleur très claire légèrement teintée de brun verdâtre, quelquefois bordée à sa périphérie d'un ourlet d'hématite. Ses cristaux sont bien conformés, à angles nets, allongés suivant la zone du

Digitized by Google

prisme, légèrement polychroïques. Ils se montrent en individus indépendants ou associés aux autres minéraux de la roche, sans ordre bien déterminé de génération, ou enfin en groupes produits par ségrégation.

Avec l'hypersthène, on observe de la biotite, de l'hornblende, de la magnétite assez rare et des feldspaths tricliniques.

La biotite est à deux axes très rapprochés, elle est médiocrement polychroïque, rouge brunâtre suivant n_g et n_m, jaune verdâtre très clair suivant n_p. Sur les sections allongées inclinées sur la base, on voit des bandes de macle parallèles à celle-ci.

L'hornblende présente à peu près la même couleur, les mêmes teintes de polarisation et le même maximum d'absorption que la biotite. Elle est très biréfringente, à extinction sensiblement longitudinale sur g^1 (010). Elle ne présente pas de phénomène de résorption.

Les feldspaths tricliniques sont riches en inclusions vitreuses, souvent cassés mais non corrodés. Ils présentent les macles de Karlsbad, de l'albite, de la péricline et de Baveno. Dans une préparation étudiée, j'ai observé un groupement de huit cristaux réunis sous des angles sensiblement de 45°, de manière à former une rosace terminée pas des angles rentrant alternativement de 90° et de 150° environ. L'examen en lumière convergente ne fournit aucune indication précise. Les extinctions se font simultanément sur les secteurs pris deux à deux et sous des angles qui varient de 0° à 22° dans le sens de leurs côtés parallèles. En somme, on a affaire à une combinaison des macles de Karlsbad et de Baveno et à une section peu éloignée d'un plan parallèle à h^1 (100).

Digitized by Google

Basalte à hypersthène de Methana. — Les deux roches qui viennent d'être décrites sont le produit d'éruptions antéhistoriques, probablement d'âge pliocène (si on les compare aux roches analogues de Santorin et de Milo).

Celle-ci, au contraire, a été formée dans le cours d'une éruption survenue au commencement de l'ère chrétienne et décrite par Strabon et Ovide.

Le petit cone de Methana est situé au sommet de la presqu'île. Il n'a pas plus de cent mètres de diamètre à sa base et une dizaine de mètres à son sommet. Il est creusé d'un petit cratère peu profond. Le village de Kameni-Chorio lui est adossé. Le cône est composé de blocs noirs scoriacés empilés en désordre. Il y a eu là certainement au début de l'éruption, formation d'un cumulo-volcan qui a été creusé ensuite par une explosion.

La roche est à deux temps de consolidation, à structure fluidale un peu confuse.

L'olivine est à formes nettes, non altérée, mais traversée souvent de fentes irrégulières dans lesquelles ont cristallisé les minéraux du second temps.

L'augite est abondante aux deux temps de consolidation ainsi que la magnétite. Elle présente la macle suivant h^1 (100).

L'hypersthène est beaucoup moins fréquente que l'augite; elle se montre en cristaux presqu'incolores, généralement très allongés suivant l'axe vertical, souvent bordés d'un étroit liseré d'augite.

Les feldspaths sont maclés suivant les lois de Karlsbad et de l'albite, fréquemment zonés. Le plus abondant paraît être la bytownite manifestée par des angles d'extinction de 42° à 44° sur les sections perpendiculaires à n_g et de 57° sur les sections perpendiculaires à n_p. Mais j'ai constaté en outre la présence du labrador à angle d'extinction de 20° sur Sn_g et de 62° sur Tn_p et même exceptionnellement

Digitized by Google

celle de l'andésine indiquée par un angle d'extinction de 10° observé sur Sn_g.

Les microlites allongés suivant pg^1 (001) (010) et maclés suivant la loi de l'albite présentent l'angle d'extinction maximum de 30° caractéristique du labrador.

Labradorite à hornblende de Poros. — Cette roche, qui forme un massif important, est très cristalline. Dans un magma bleuâtre très cohérent, on aperçoit, à l'œil nu, de nombreux cristaux de feldspath et d'hornblende.

Au microscope, ces minéraux se montrent accompagnés au premier temps de consolidation par une petite quantité d'augite, de biotite et de magnétite. En microlites, on retrouve les mêmes éléments sans distinction tranchée entre les deux temps et sans fluidalité bien accusée. Les microlites semblent être une simple dégradation des grands cristaux. Ils sont englobés dans une matière vitreuse incolore, très riche en cristallites, lesquels semblent n'être autre chose que des microlites arrêtés dans leur développement.

La biotite est sensiblement à un axe, très polychroïque. jaune verdâtre clair suivant n_p, d'un gris noirâtre suivant n_g.

L'hornblende abondante et souvent maclée suivant h^1 (100) est d'un brun jaunâtre, à teintes très variables, souvent distribuées en zones concentriques, variant du jaune brunâtre très clair au brun rougeâtre. Cette structure zonaire n'entraîne aucunement des différences d'orientation optique; les individus cristallins présentent des extinctions bien uniformes. Malgré cela sur g^1 l'angle d'extinction se montre très variable. Le polychroïsme est médiocre. le maximum d'absorption suivant n_g est beaucoup moins prononcé que chez l'hornblende des roches de Méthana. On a une teinte brun rougeâtre suivant n_g et n_m, brun

Digitized by Google

jaunâtre très clair suivant n_p. On observe quelques individus maclés suivant h^1 (100).

L'augite est vert clair, presque incolore.

Les feldspaths sont maclés suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline. Ils sont riches en inclusions vitreuses à bulle. Les feldspaths dominants sont le labrador et l'andésine, soit en individus indépendants, soit associés en cristaux zonés.

Les mêmes feldspaths constituent les microlites qui, comme les grands cristaux, se montrent souvent en individus zonés.

La présence simultanée de l'andésine et du labrador aussi bien chez les microlites que chez les grands cristaux jette une certaine incertitude sur la dénomination qui doit être attribuée à la roche.

Dacite à hornblende de Mételin (*Lesbos*). — L'échantillon étudié provient de la chaîne qui borde le golfe de Kalloni. C'est une roche grisâtre rugueuse parsemée de nombreux cristaux de feldspath en général de 1 à 3 millimètres dans tous les sens, quelquefois plus volumineux encore et de petits prismes noirs brillants d'hornblende.

Au microscope on reconnaît deux temps de consolidation bien distincts. La fluidalité est médiocrement accusée. Les éléments du premier temps sont : quartz bipyramidé, apatite, magnétite, sphène, biotite, augite et feldspaths tricliniques. Le quartz bipyramidé est fragmenté et fortement corrodé; il renferme des inclusions vitreuses. L'apatite assez fréquente en enclave dans l'hornblende est pauvre en inclusions cinériformes. La sphène est rare, mais en individus bien conformés et intacts; il présente les formes normales p (001) $d^{1/2}$ (111) h^1 (100).

La biotite est rougeâtre, sensiblement à un axe, entourée

Digitized by Google

d'un liseré noir de résorption. Elle est brun rougeâtre foncé suivant n_g, jaune verdâtre clair suivant n_p. L'hornblende présente la même coloration et les mêmes teintes de polychroïsme, mais moins accentuées. Elle s'éteint sous un angle d'environ 1° sur g^1 (010). Elle est fortement résorbée sur ses bords, entouré d'un liseré de granules de magnétite. Elle est bien plus fréquente que la biotite. L'augite vert clair est intacte, mais très clairsemée.

Le feldspath qui prédomine en grands cristaux est l'andésine caractérisée par des angles d'extinction de 8° à 9° sur Sn_g et de 68° à 69° sur Tn_p. Plus rarement on rencontre du labrador indiqué par des angles d'environ 60° sur Tn_p. J'ai vainement cherché à découvrir la présence de la sanidine. Les feldspaths tricliniques sont maclés suivant les lois de Karlsbad, de l'albite et de la péricline. Ils renferment d'assez nombreuses inclusions vitreuses.

Le magma du second temps est très riche en microlites feldspathiques aplatis suivant g^1 (010) et souvent à peu près perpendiculaires à n_g sur cette face. Vus sur la tranche, ils offrent la macle multiple suivant la loi de l'albite et des angles d'extinction qui fréquemment atteignent 30°.

Ainsi, contrairement à ce qui s'observe d'ordinaire, les microlites semblent en majorité plus basiques que les grands cristaux, le labrador paraissant dominer au second temps et l'andésine au premier.

Dans le magma du second temps, on observe aussi quelques rares microlites d'augite et un peu de magnétite.

La matière vitreuse qui cimente les cristaux est incolore et peu abondante.

Obsidienne trachytique de Mételin (*Lesbos*). — Cette obsidienne absolument dépourvue de microlites, fourmille de cristallites et de trichites alignés en longues traînées fluidales. On y

Digitized by Google

observe des grands cristaux clairsemés semblables à ceux du premier temps dans les roches à deux temps de consolidation. Ils sont constitués uniquement par de la biotite, de la magnétite assez rares et surtout par des feldspaths.

La biotite est à axes très rapprochés.

Les feldspaths sont l'andésine et la sanidine, l'une et l'autre pourvues d'inclusions vitreuses et parfaitement caractérisées par leurs propriétés optiques.

L'andésine montre les macles de Karlsbad et de l'albite, et offre des angles d'extinction de 68° sur Tn_p et de 8° à 10° sur Sn_g.

La sanidine offre des angles d'extinction de 90° sur Sn_p et de 5° sur Tn_g. L'angle des axes mesuré en employant l'objectif à immersion et l'oculaire à reticule mobile a été trouvé $2V = 22°$.

La sanidine englobe l'andésine sans que les deux espèce feldspathiques présentent aucune relation optique régulière

ROCHES VOLCANIQUES DE SANTORIN

L'emploi de la méthode d'examen optique mise en usage dans les pages qui précèdent m'a permis de contrôler les déterminations que j'ai faites jadis des feldspaths des roches de Santorin, et de rectifier quelques-unes d'entre elles. Un résumé succinct de ces observations justifiera l'importance attribuée au nouveau procédé d'étude.

Lave du Giorgios (cône de 1866).

(Santorin et ses éruptions, page 197).

Les feldspaths du premier temps extraits de cette lave avaient présenté à l'analyse une teneur en silice de 55,12 0/0 (1).

(1) Les liqueurs denses n'étant pas alors employées comme moyen de séparation, les feldspaths analysés contenaient toujours une proportion sensible d'oxyde de fer et d'alumine, dont les feldspaths des analyses récentes sont naturellement exempts.

Digitized by Google

De l'analyse et des extinctions observées, soit dans la zone de symétrie, soit sur les sections p (001) et g^1 (010), j'avais conclu que le feldspath dominant de la roche était le labrador.

L'étude actuelle justifie cette manière de voir, et permet de la compléter. En effet, à côté du labrador normal caractérisé par des extinctions de 20° à 22° sur Sn_g et de 60° à 62° sur Tn_p, on trouve en proportion notable du labrador-bytownite à extinctions de 30° à 32° sur Sn_g et de 58° à 60° sur Tn_p, en même temps que de l'andésine indiquée par des sections Tn_p à angles d'extinction de 64° à 65° (1).

Lave grise en nodules dans la lave du Giorgios.

(Santorin, page 201.)

Les feldspaths du premier temps, extraits au moyen de l'emploi de l'électro-aimant, avaient donné à l'analyse une teneur en silice de 45,98 0/0. Ils sont facilement attaquables aux acides. Ne distinguant pas alors la bytownite de l'anorthite, je les avais rattachés à l'anorthite, attribuant l'excès de silice à la présence d'un feldspath plus acide dont on trouve effectivement l'indication dans l'existence de grains inattaquables ou peu attaquables aux acides.

L'examen des sections perpendiculaires aux bissectrices y montre surtout le mélange de l'anorthite et de la bytownite. On constate, en effet, des extinctions presque également nombreuses à 48° et à 42° sur Tn_g et de 56° à 57° sur Sn_p. Le labrador très rare en grands cristaux n'a pas été constaté

(1) Quant aux microlites de la roche, ils sont en prismes allongés suivant pg^1 trop menus pour qu'on puisse leur appliquer l'examen en lumière convergente. Je n'ai donc aucune donnée nouvelle à ajouter, mais au lieu de les rapporter comme autrefois à l'albite ou au moins à une oligoclase très acide, je serais plus volontiers tenté de les rattacher surtout à l'oligoclase-andésine en attribuant leur teneur élevée en silice à la gaine de matière vitreuse qui les enveloppe.

Digitized by Google

dans les lames minces, on ne peut le découvrir que dans les poudres d'extraction mais il constitue les microlites.

Lave basique du grand éboulis de Palœa Kaméni. — Les feldspaths en grands cristaux de cette roche sont attaquables aux acides; la lave en question rentre donc dans la catégorie des laves de Santorin, auxquelles j'ai donné le nom de laves à anorthite.

L'examen des sections perpendiculaires aux bissectrices y montre la prédominance presque exclusive de la bytownite offrant des extinctions de 42° sur Tn_g et de 57° sur Sn_p.

L'anorthite y est très accessoire.

Comme dans la roche précédente, les microlites allongés suivant pg^1, offrent l'angle d'extinction maximum du labrador dans cette zone.

Lave du dyke n° 51.

(Santorin et ses éruptions, page 322.)

Les feldspaths du premier temps de cette lave résistent à l'action des acides. Ils ont donné à l'analyse une teneur de 52,1 0/0 en silice.

L'examen des sections perpendiculaires aux bissectrices y montre la prédominance du labrador-bytownite associé accessoirement au labrador.

Les microlites allongés suivant pg^1 présentent de très petits angles d'extinction.

Lave du pied de la montée de Phira, près du lazaret. — Les feldspaths du premier temps ne sont pas attaquables aux acides. La roche est riche en tridymite.

L'examen des sections perpendiculaires aux bissectrices y atteste la prédominance du labrador à angles d'extinction de 20 à 24° sur Sn_g et de 61 à 62° sur Tn_p, associé avec un peu de labrador-bytownite.

Digitized by Google

Les microlites sont semblables à ceux de la roche précédente.

Lave grise microlitique en nodules dans la lave vitreuse noire des îles de mai.

(Santorin et ses éruptions, page 209.)

J'ai décrit ces enclaves sous le nom de nodules à oligoclase et hypersthène (1). La détermination des feldspaths en grands cristaux comme oligoclase était fondée sur leur composition, l'analyse ayant donné 59,7 0/0 pour leur teneur en silice.

Mais l'examen optique démontre que cette détermination était erronée. Ces feldspaths sont beaucoup plus basiques. C'est un mélange très bien caractérisé de labrador et de labrador-bytownite. Les cristaux sont bien développés et allongés. Chacun d'eux est entouré d'une gaine de matière vitreuse avec fins microlites. Et comme cette gaine ne peut être séparée suffisamment (même en employant les liqueurs denses), il s'ensuit que l'analyse a fourni une composition beaucoup trop acide.

La roche n'est autre chose qu'une variété doléritique de l'andésite à labrador de l'éruption de 1866 et d'un grand nombre de dykes et de coulées de Santorin.

En somme, dans les laves des Kamenis et des dykes de Thera, il y a, comme je l'avais constaté autrefois, deux catégories de roches volcaniques :

1° Des andésites à labrador ou labrador-bytownite, augite et hypersthène;

2° Des labradorites à anorthite ou bytownite avec augite et accessoirement olivine.

(1) *C. R.*, 2 août 1875.

Digitized by Google

Andésites et dacites à hornblende de la région d'Acrotiri.

(Santorin et ses éruptions, p. 344 et fig. LIII et LIV.)

L'examen des sections perpendiculaires aux bissectrices montre dans ces roches la prédominance de l'andésine comme feldspath du premier temps de consolidation. La sanidine est accessoire. L'oligoclase-andésine paraît n'exister qu'en microlites. La présence du labrador est douteuse.

CHAPITRE IV

CONCLUSIONS

Au début de ce travail, j'ai dit que son but minéralogique principal était de décrire plus rigoureusement qu'on ne l'avait fait jusqu'alors la constitution minéralogique des roches volcaniques et de fournir une méthode, d'une application pratique, de détermination des feldspaths.

L'examen de l'un quelconque des paragraphes du chapitre qui précède permet au lecteur de juger si, comme je le crois, j'ai atteint le but que je m'étais proposé. Non seulement j'ai mis en lumière ce fait que la plupart des roches volcaniques contiennent simultanément plusieurs feldspaths, mais, dans chaque cas particulier, j'ai pu caractériser les types rencontrés.

La méthode minéralogique proposée et mise en œuvre, basée sur la détermination des angles d'extinction sur les sections perpendiculaires aux bissectrices, mérite d'être recommandée à l'attention des pétrographes; je ne doute pas qu'elle ne devienne d'un emploi courant dans les laboratoires.

Je pourrais me contenter de ces résultats et laisser pendante la question de la constitution moléculaire des feldspaths.

Digitized by Google

Mon œuvre est indépendante de toute idée théorique et subsiste, quelle que soit l'hypothèse que l'on adopte. Cependant, je ne puis clore cette étude sans exprimer les réflexions qu'elle me suggère sur l'importante question qu'elle effleure.

La loi de Tschermak, même quand on l'accepte dans toute sa rigueur, peut être interprétée de plusieurs façons différentes.

Si l'on admet que tout feldspath est une association moléculaire par voie d'isomorphisme de certains éléments susceptibles de se remplacer dans un édifice moléculaire déterminé, sans en détruire l'arrangement, il est clair que cette possibilité d'un remplacement moléculaire par degrés insensibles peut être comprise de plusieurs manières.

Dans la conception initiale de l'isomorphisme, telle qu'elle a été introduite par Mitscherlich, ce seraient les corps simples isomorphes qui se substitueraient les uns aux autres et qui se déplaceraient mutuellement de la façon la plus arbitraire. La formule de l'albite étant représentée par $Na^2Al^2Si^6O^{16}$, celle de l'anorthite est forcément dans cette hypothèse $Ca^2Al^4Si^4O^{16}$, et alors on est contraint d'admettre l'assimilation des rôles de l'aluminium et du silicium, celle des rôles du calcium et du sodium, hypothèses que plus d'un chimiste refusera évidemment d'adopter. D'ailleurs une telle conception est en contradiction avec les faits, car elle implique l'indépendance des remplacements, c'est-à-dire, que l'aluminium et le silicium devraient pouvoir se substituer sans entraîner la substitution parallèle du calcium et du sodium, et cela en toutes proportions, ce que l'observation contredit absolument.

Ce genre d'isomorphisme doit donc être écarté, et effectivement celui qu'a proposé le savant professeur de Vienne est de toute autre nature. Le remplacement s'opérerait

Digitized by Google

non plus entre des corps simples similaires, mais entre des composés complexes, n'offrant pas la même constitution moléculaire, puisqu'ils ne sont pas formés parallèlement de corps simples appartenant à la même série chimique. C'est l'anorthite et l'albite elles-mêmes, qui, bien que dissemblables moléculairement, auraient cependant entre elles une telle parenté accidentelle que la molécule albite, par exemple, pourrait s'unir en toutes proportions à la molécule anorthite pour former des corps intermédiaires à tous les points de vue : composition chimique, propriétés cristallographiques, propriétés optiques.

C'est à ce genre d'association, étudié déjà dans ses applications par beaucoup de minéralogistes et de pétrographes, que l'on a donné le nom de morphotropie.

Les divers types feldspathiques que fournit la nature semblent réaliser cet idéal avec une étonnante perfection. Max Schuster, Mallard et Michel Lévy ont particulièrement insisté sur l'accord remarquable qui existe entre la composition et les propriétés optiques des divers feldspaths conformément à la loi de Tschermak. On s'explique donc aisément la faveur, je dirai presque l'enthousiasme, avec lesquels cette loi a été accueillie par les minéralogistes. Les analyses chimiques, les mesures cristallographiques et la détermination des propriétés optiques sont sujettes à de nombreuses causes d'inexactitude, comme on en rencontre chaque fois que l'on se trouve en présence de produits naturels solides difficiles à séparer les uns des autres et à purifier; néanmoins l'accord de la théorie avec les faits est tel que la teneur en silice d'un feldspath étant donnée, par exemple, on peut en déduire très approximativement chacune de ses propriétés physiques et réciproquement. Au point de vue pratique la loi de Tschermak présente donc une utilité incontestable. Elle fournit un excellent

Digitized by Google

moyen de contrôle et permet d'arriver à des déterminations très suffisantes ; elle dispense de recherches ardues, quelquefois même presque impossibles.

Ces services pratiques reconnus comme indéniables, il y a lieu toutefois de se demander si la loi de Tschermak offre satisfaction complète au point de vue théorique, et surtout, si les faits ne peuvent pas recevoir une autre interprétation qui leur soit plus conforme. Je passe à dessein sous silence les objections de détail que l'on peut faire relativement à l'accord des données fournies par la loi en discussion et à la valeur des bases sur lesquelles elle repose : je mets également de côté celles que présentent les variations de la dispersion et du signe de la bissectrice aiguë dans la série des feldspaths calco-sodiques. Les observations ne comportent pas une précision suffisante pour qu'on en puisse déduire des conclusions solides en faveur de la loi ou contre elle. Je demande seulement avec insistance que l'on ne considère pas comme rigoureusement établies des relations basées sur des faits plutôt entrevus que démontrés. La simplicité, la beauté des conclusions ne doit pas faire oublier l'imperfection des prémisses. Or, jusqu'à présent au moins, on ne possède pas, pour la solution de la question qui nous occupe, de données comparables, par exemple, pour la précision à celles qui ont servi à fonder les principales lois de l'optique. Il ne faut donc pas attribuer aux conséquences qui s'en déduisent une rigueur qui en dépasse la portée initiale.

Cette réserve faite, il y a lieu d'opposer deux objections d'inégale gravité à la théorie de Tschermak.

Et d'abord, si tous les feldspaths calco-sodiques résultent d'une simple association d'albite et d'anorthite, pourquoi l'un des termes de cette association, l'albite, ne se montre-t-il presque jamais individualisé dans les cristaux des roches

Digitized by Google

volcaniques, tandis que l'autre terme, l'anorthite, y est assez fréquent dans un état peu éloigné de sa pureté complète? Dans les individus zonés, composés d'éléments divers tricliniques, l'anorthite figure souvent comme élément déterminable au microscope, l'albite jamais. Voilà donc un minéral que l'on rencontre eu individus bien distincts à peu près exclusivement dans les gisements filoniens ou métamorphiques, qui presque jamais ne figure en cristaux rigoureusement déterminables dans les roches volcaniques et qui pourtant à l'état d'association avec l'anorthite y serait d'une fréquence extrême.

Ce qui donne surtout de la force à l'objection en question c'est que, dans la théorie de Tschermak, les feldspaths complexes ne sont pas des combinaisons chimiques définies d'albite et d'anorthite, mais de simples mélanges de ces deux éléments encadrés dans un même moule cristallographique. Chaque élément, à quelque état de division qu'on le suppose réduit, jouit de son individualité propre. Pour qu'il entre dans l'association supposée, il faut d'abord admettre que sa molécule physique a acquis sa constitution personnelle et même qu'elle possède déjà une structure cristalline conforme à celle du minéral. En d'autres termes la formation d'un feldspath complexe implique une cristallisation, sinon préalable, au moins concomitante, d'albite, et cela, dans des conditions éminemment défavorables, en opposition formelle avec ce qu'enseigne l'observation des gisements de l'albite dans la nature.

Il est vrai que l'albite figure souvent à l'état individualisé dans la série potassico-sodique, mais elle y est en filonnets postérieurs à la consolidation du feldspath potassique et alors son mode de formation peut être plutôt assimilé à sa genèse filonienne normale qu'à une cristallisation par voie ignée. Et, quant à la roche microlitique à albite

Digitized by Google

récemment découverte et étudiée par M. Michel Lévy, c'est une roche anté-tertiaire très modifiée où l'albite pourrait bien résulter d'une épigéine.

La cristallisation de ce minéral dans un bain en fusion n'est certainement pas impossible, les expériences de M. Hautefeuille l'ont surabondamment démontré; mais on doit reconnaître au moins qu'elle est difficile.

La production de l'albite est donc peu probable dans ces conditions, même lorsque le magma générateur possède, soit primordialement, soit après des liquations ou des cristallisations, une composition plus rapprochée de celle de l'albite que de celle de l'anorthite.

Mais l'objection qui vient d'être présentée, bien que très sérieuse, n'offre pourtant, en aucune façon, le caractère d'un argument sans réplique. On peut répondre, en effet, que la formation de la molécule cristalline de l'anorthite peut exercer une influence décisive sur celle de la molécule de l'albite, et que ce qui n'est pas possible en l'absence de l'élément basique, s'opère, au contraire, aisément en sa présence, surtout au moment où ses atomes sont le siège d'un mouvement intense. En chimie, les exemples analogues abondent; tel corps qui refuse de cristalliser quand il est seul au sein d'un dissolvant, cristallise souvent avec facilité sous l'action d'un parent de constitution similaire, quelquefois même de constitution dissemblable. Dans ce cas, l'anorthite jouerait un rôle de ce genre et serait le déterminant de la cristallisation de l'albite.

L'objection prête donc à la controverse. Laissons-la de côté et abordons le fait décisif qui nous paraît exiger une interprétation de la loi de Tschermak, différente de celle qui est généralement adoptée.

Le fait en question est la fréquence de l'observation de certains types feldspathiques intermédiaires et la consta-

Digitized by Google

tation, maintes fois signalée, de la rareté de quelques autres.

Les études consignées dans les deux précédents chapitres de ce mémoire ne me paraissent laisser aucun doute sur l'exactitude du fait en question, tout à fait inexplicable dans l'hypothèse d'une association par mélange physique d'albite et d'anorthite.

Cette discontinuité sériale nettement indiquée dans le groupe des feldspaths calco-sodiques est encore bien plus accusée dans le groupe des feldspaths potassico-sodiques, sans parler de certaines anomalies propres à cette dernière catégorie. Pour rendre compte du fait, il me paraît nécessaire d'admettre qu'entre l'albite et l'anorthite, par exemple, il existe un certain nombre de feldspaths intermédiaires à composition définie formant avec eux une famille naturelle, une série comparable aux séries si bien établies de la chimie organique. Dans les séries auxquelles je fais allusion, les termes extrêmes étant connus, les propriétés les plus délicates des composés intermédiaires, sont rigoureusement déterminées. On comprend qu'il puisse en être de même dans le monde inorganique et, en tous cas, une pareille hypothèse n'offre à priori rien de contraire aux données scientifiques ordinaires.

Si on l'admet comme vraie, elle conduit exactement aux mêmes conclusions pratiques que la théorie de Tschermak; elle fournit les mêmes données sur la composition et les propriétés physiques des feldspaths intermédiaires et en plus, elle a l'avantage d'expliquer une particularité minéralogique devant laquelle la théorie de Tschermak reste muette.

Les feldspaths intermédiaires à composition définie ainsi compris sont susceptibles de s'associer physiquement pour former des corps cristallisés complexes et notons qu'il ne

Digitized by Google

s'agit plus ici d'une union purement hypothétique comme celle qui sert de base à la théorie de Tschermak. Ces associations sont visibles au microscope, parfois même à l'œil nu ; les essais chimiques, les séparations par les liqueurs denses les manifestent dans les cas favorables. Il s'agit là de phénomènes réels et non plus d'une simple conception de l'esprit. Les cristaux zonés des feldspaths sont extrêmement communs et mainte observation consignée dans les pages précédentes en indique les éléments intégrants.

L'idée de ces types minéralogiques n'est pas nouvelle ; les minéralogistes de la première moitié de notre siècle avaient fait du labrador, de l'oligoclase et même de l'andésine des espèces distinctes. Plus récemment, M. Des Cloizeaux a reconnu dans le groupe oligoclase des types spéciaux à propriétés bien tranchées.

Comment se fait-il qu'au lieu de chercher à isoler et à préciser les types en question, à mettre en relief leur individualité, la science moderne ait voulu au contraire les faire disparaître et qu'elle ait nié leur réalité ? Comment se fait-il qu'aujourd'hui encore, tout en soutenant leur existence et en ayant dressé le tableau, j'éprouve un certain embarras à les définir ? J'aurais voulu les caractériser plus sûrement et les mettre en pleine lumière, tandis que je ne livre qu'une ébauche.

La difficulté provient principalement de la fréquence et de l'intimité des associations. Il est rare de rencontrer des feldspaths où le microscope ne décèle quelque trace de ces unions physiques ; et même, lorsqu'on a sous les yeux quelque individu cristallin d'apparence homogène, l'expérience montre que bien souvent un caractère d'abord inaperçu vient dénoncer le défaut d'unité de composition du minéral observé. Le zonage des cristaux de feldspath est un phénomène tellement commun qu'on doit le considérer

Digitized by Google

comme normal ; la rencontre d'un feldspath absolument homogène, pur de tout mélange, doit être regardée comme une rareté, comme représentant un cas exceptionnel.

Voilà pourquoi les types feldspathiques intermédiaires sont si difficiles à mettre à découvert, à dépouiller des caractères étrangers qui masquent les leurs propres.

En revanche, ils se manifestent assez bien quand on rattache à chacun d'eux les mélanges dans lesquels celui-ci prédomine. L'analyse chimique montre, en effet, que dans la plupart des cas les feldspaths types s'unissent avec prédominance de l'un d'eux. Elle montre aussi la même prédominance d'un feldspath particulier quand plusieurs représentants divers de cette famille se rencontrent dans une même roche.

Presque toujours la prédominance est tellement accentuée que si l'on n'était averti par l'examen optique, on croirait volontiers avoir affaire à un minéral unique, à l'un de ces types feldspathiques dont il est ici question. Remarquons que l'étude optique, tout en décelant la complication qui existe, n'en contribue pas moins à montrer la nature des éléments associés et à affirmer la constance des types minéralogiques intermédiaires de la famille des feldspaths.

En résumé, les conclusions qui se dégagent de mon travail sont peu différentes de celles auxquelles j'ai été conduit jadis par l'étude des roches de Santorin èt qui étaient les suivantes :

1° Il existe des types feldspathiques à composition définie intermédiaires entre l'albite et l'anorthite ;

2° Ces feldspaths sont susceptibles de former ensemble des associations physiques ;

3° Plusieurs d'entre eux se rencontrent en général dans

Digitized by Google

une même roche, soit en grands cristaux, soit en microlites, mais presque toujours avec prédominance de l'un d'eux à chaque temps de consolidation ;

4° Le plus souvent l'ordre d'acidité est l'inverse de l'ordre de formation, et la matière vitreuse qui représente le résidu de la cristallisation est plus riche en silice que le feldspath le plus acide.

Ces aphorismes énoncés naguère par moi d'après des études faites sur les roches d'un district limité et avec des moyens d'investigation très restreints, reçoivent aujourd'hui un appui important de recherches entreprises sur un champ plus vaste et avec l'aide des procédés perfectionnés introduits depuis quinze ans dans la science.

Cependant, je suis loin de considérer la question comme épuisée ; c'est pourquoi j'ai donné simplement à mon mémoire le titre qui lui convient : *contribution* à l'étude des feldspaths des roches volcaniques.

ERRATA

Page 266, sur la figure représentant un cristal de Soufre de Sicile, la face, placée en haut et à droite, doit être notée $b^{3/2}$ au lieu de $b^{1/2}$.

Page 280, ligne 17, au lieu de nuani, lire nuovi.

Page 282, ligne 5 en remontant, mettre $\frac{1}{2}$ avant $b^{1/2} b^{1/2} h^{1/2}$ et lire $\frac{1}{2} a^3$ au lieu de $^{1/2\ 1/2} a^3$.

Page 313 lisez :

147°54′	au lieu de	145°54′
145° 6′	—	147°36′

Digitized by Google

Page 318, d'après M. Gonnard l'anorthite de Saint-Clément ne proviendrait pas de filons mais serait disséminée dans une roche massive.

Page 369 lisez :

$n_{gj} = 1,5469$	au lieu de	$n_{pi} = 1,5329$
$n_{mj} = 1,5431$	—	$n_{mi} = 1,5293$
$n_{pj} = 1,5389$	—	$n_{pi} = 1,5260$
$2V_j$		$2V_i$

Au bas de la page 369 inverser les deux notes.

Page 376 lisez :

94°30′	au lieu de	30°
96°	—	99°
Molompise	—	Malompise.

Page 378 lisez :

Oligoclase de Colton, au lieu de oligoclase-albite de Colton.

A la même page enlever le titre Oligoclases-albites et le transporter à la page suivante.

Page 408, noter que l'anorthose de Pantellaria provient de la collection de M. E. Bertrand.

Page 418 lisez :

extinction sur p	1°	au lieu de	5°
— g^1	5°	—	1°

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1894. — BULLETIN N° 8.

Compte rendu de la séance du 13 Décembre 1894.

PRÉSIDENCE DE M. A. LACROIX.

M. le PRÉSIDENT fait part à la Société de la mort de M. G.-H. Williams, professeur à l'Université de Baltimore, et de M. N.-V. Ulrich, professeur à Hanovre.

M. LE PRÉSIDENT proclame membre de la Société, M. le professeur Wülfing, présenté dans la séance précédente.

Il annonce la présentation de deux membres perpétuels et celle de trois membres ordinaires.

Production artificielle de la Powellite.

Par L. MICHEL.

M. W.-H. Melville a décrit sous le nom de Powellite (1), un minéral trouvé, il y a quelques années, dans les mines

(1) *American Journal of science*, 3e série, t. XLI, 1891, p. 138.

Digitized by Google

de Seven, Devils, Idaho, et dont la composition est la suivante :

MoO^3	58,58
TuO^3	10,28
SiO^2	3,25
CaO	25,55
MgO	0,16
Fe^2O^3	1,65
Al^2O^3	traces
CuO	traces
S	indéterminé
	99,47

Ce minéral est généralement associé au grenat mélanite et à la bornite argentifère. Les cristaux dérivent d'un prisme droit à base carrée ; ils portent les faces *p* (001), *m* (110), $b^{1/2}$ (111) et a^1 (101).

Nous avons obtenu, tout récemment, un molybdotungstate de chaux à l'état cristallisé, en chauffant à une température élevée un mélange intime de six parties de molybdate neutre de soude, une partie de tungstate neutre de soude, trois parties de chlorure de calcium et deux parties de sel marin.

Ce molybdotungstate de chaux se présente en cristaux translucides, d'un blanc laiteux et doués de l'éclat adamantin. La dureté est de 4 environ; la densité est égale à 4,61. Ces cristaux artificiels affectent la forme d'octaèdres quadratiques; ils atteignent 2 millimètres dans leur plus grande dimension. Examinés en lumière convergente, ils montrent la double réfraction à un axe positif.

Les formes observées sont :

p (001), $b^{1/2}$ (111) et a^1 (101).

Digitized by Google

Le rapport des axes est :

$$a : c = 1 : 1,5449.$$

L'analyse a donné :

MoO^3	62,37
TuO^5	10,23
CaO	26,41
	99,01

On voit, d'après ce qui précède, que ce molybdotungstate de chaux présente, avec la Powellite, la plus grande analogie de forme et de composition.

Sur un gisement d'émeraudes à Blanchaud, près Saint-Pierre-la-Bourlhogne (Puy-de-Dôme).

Par Ferdinand Gonnard et Frère Adelphe.

La partie sud-est du département du Puy-de-Dôme a été peu étudiée, et notamment celle qui comprend les cantons d'Olliergues, d'Ambert, de Saint-Anthême et d'Arlanc. Il semble qu'attirés presque exclusivement par la région volcanique, minéralogistes et géologues aient même dédaigné de jeter un coup d'œil sur les terrains granitiques qui sont compris entre la Dore et l'Ance. Lecoq est très sobre de renseignements sur la géologie de ces montagnes, et ne leur consacre dans ses Époques géologiques que de courtes descriptions dénuées d'intérêt. Les mêmes réflexions peuvent s'appliquer aux cantons du département de la Haute-Loire, limitrophes des précédents, nous voulons dire les cantons de la Chaise-Dieu, de Craponne, etc.

Digitized by Google

Il est cependant à présumer que des recherches plus sérieuses établiraient que l'étude de ces régions n'est pas aussi monotone que paraît le croire le géologue auvergnat. Ce dernier semble avoir ignoré l'existence de la belle serpentine de Dore-l'Église, ainsi que des granulites smaragdifères de la Chaise-Dieu. Il ne mentionne pas davantage la remarquable pyroxénite à Wollastonite de Saint-Clément, sur laquelle cependant un minéralogiste sagace, M. l'abbé Vasson, son contemporain et son guide, avait attiré l'attention.

L'objet de la présente note est de montrer une fois de plus que le canton d'Olliergues, entre autres, peut offrir d'intéressants gisements à étudier.

On a, depuis longtemps déjà, signalé au pied de la montagne de Pierre-sur-Haute de nombreux et puissants filons de pegmatite, dont le quartz renferme d'assez volumineux cristaux de tourmaline. C'est ainsi qu'on rencontre ce minéral à Poumarat, au Poux, à Genasse, à Lossedat, localités indiquées par Lecoq.

Or, dans une localité presque contiguë à celle-ci, à Biauchaud, près et au nord-est de Saint-Pierre-la-Bourlhogne, on a découvert des cristaux d'émeraude. Nous employons ce terme, et non celui de béryl; car, parmi ces cristaux, les uns sont verdâtres et hyalins, d'autres sont kaolinisés, et se présentent sous forme de longs prismes hexagonaux d'un blanc jaunâtre. Les premiers sont, comme les cristaux de tourmaline, fendillés et très fragiles. De même encore que la tourmaline, ces cristaux, dont le volume est assez considérable (l'un de nous en a extrait ayant $0^m,32$ de long sur $0^m,025$ de diamètre), sont moulés dans le quartz et le feldspath. Ce dernier est un microcline blanc ou rosé, très kaolinisé. Enfin, le dernier minéral constituant cette belle pegmatite est un mica palmé, d'un blanc argentin;

Digitized by Google

les cristaux de ce mica sont de grande dimension; ils atteignent $0^m,15$ à $0^m,20$ de long; les contours en sont d'ailleurs irréguliers et figurent grossièrement un rhombe. Ils constituent dans la pegmatite des masses atteignant parfois un volume de près d'un demi-mètre cube.

Nous espérions rencontrer à ce gisement de l'apatite et peut-être aussi de la Bertrandite; mais, jusqu'ici tout au moins, nos recherches ont été vaines à cet égard. Quoi qu'il en soit, la pegmatite de Biauchaud nous a paru digne d'être signalée, l'émeraude, si abondante dans le Limousin. étant fort rare dans le Puy-de-Dôme.

Lyon, le 30 novembre 1894.

OUVRAGES REÇUS EN DON.

TSCHERMAK A.-F. BECKE. Mineralogie und petrographische Mittheilungen. Dreizehnter Band (VI Heft.). — Vierzehnter Band (I, II, III, IV Heft).

DES CLOIZEAUX . . . . Manuel de Minéralogie. — Tome II. 2e fascicule. — Paris 1893.

CH. SORET. . . . . Eléments de Cristallographie physique. — Genève 1893.

MICHEL LÉVY. . . . . Etude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces au point de vue de la classification des roches. — Paris 1894.

CHAPER . . . . . Notes de voyage, île de Bornéo. — Paris 1894.

E. SCACHCHI . . . . . Studio cristallografico di alcuni fluossimolibdati di tallio. — Roma 1893.

— Studio cristallografico di alcuni composti organici. — Napoli 1894.

CR. D'ACHIARDI. . . . Roccie eruptive del Bacino boratifero di Sultan-Tchaïr. — Pisa 1894.

J.-S. DILLER. . . . . Geology of the Lassen Peak district.

Digitized by Google

H. Goguel. . . . . Contribution à l'étude des arséniates et antimoniates cristallisés préparés par voie humide. — Paris 1894.

A. Brown. . . . . A comparative Study of the chemical behavior of Pyrite and Marcasite.

F. Rutley. . . . . On the Dwinling and disappearance of limestones.

— On the sequence of perlitic and spherulitic structures.

Richard Pearce . . . Further notes on cripple creek ores.

— The mode of occurrence of gold ni the.

— Ores of cripple creek district.

P. Argall. . . . . Nickel. The occurence geological distribution and genesis of its Ore deposits.

A. Lidvergidge . . . (1) On the origin of moss gold.

(2) On the condition of gold in quartz and calcite veins.

(3) On the origin of Gold nuggets.

(4) On the Crystallisation of Gold in hexagonal forms.

(5) Gold moiré-métallique.

(6) A Combinaison laboratory lamp, retort and filter stand.

— Actes de la Société scientifique du Chili. — Tomes III et IV.

— Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie.

Digitized by Google

TABLE PAR NOMS D'AUTEURS

DES TRAVAUX ORIGINAUX PUBLIÉS DANS LE TOME XVII.

ADELPHE (Frère) et GONNARD (F.) — Sur un gisement d'émeraudes à Blauchaud, près Saint-Pierre-la-Bourlhogne (Puy-de-Dôme) 614
BOURGEOIS (L.) — Note rectificative sur la reproduction par voie humide des carbonates cristallisés.
CHABRIÉ (C.). — Remarque sur la composition de l'eau de l'océan Pacifique à 12 heures de latitude nord de Paris 220
COSTA SENA (J.-C. DA). — Note sur un gisement d'actinote aux environs d'Ouro-Preto à Minas-Geraes (Brésil) 267
DAMOUR (A.). — Nouveaux essais et analyse sur la fiorite . 151
DAMOUR (E.). — Méthode d'attaque des substances minérales insolubles dans les acides, basés sur l'emploi du sulfate de chaux. 106
DES CLOIZEAUX (A.) et LACROIX (A.). — Phénacite de Saint-Christophe-en-Oisans . . . 33
FOUQUÉ. — Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques 281
FRIEDEL (Ch.). — Sur la Boléite artificielle 6
— Sur la composition de l'apophyllite . . 142
— Sur la martite artificielle. 150
GAUBERT. — Comptes rendus de Minéralogie. 57, 98, 132, 222, 277
— Groupement des cristaux d'azotate de plomb 107
— Utilisation du polychroïsme produit artificiellement pour l'observation des anomalies optiques dans les substances pseudo-cubiques 121
GENTIL (L.). — Sur un gisement d'apophyllite des environs de Collo 11

Digitized by Google

GENTIL (L.). — Sur l'existence de la hornblende dans les tufs volcaniques du Monte-Vulture (Basisilicate) . . 81
— Sur un gisement de datolite, en Algérie. 85
— Sur le microstructure de la mélilite 108
— Sur un gisement de grenat mélanite à anomalies optiques, en Algérie 269
GONNARD (F.). — Sur l'existence de la gismondine, dans les géodes du basalte de Chabane, près de Saint-Agrève. 28
— Note pour la Minéralogie du Plateau Central 272
GONNARD (F.) et ADELPHE (frère). — Sur un gisement d'émeraudes à Biauchaud, près Saint-Pierre-la-Bourlhogne (Puy-de-Dôme) 614
GORGEU (A.). — Sur la production artificielle du gypse . . 9
JANNETTAZ (Ed.). — Rapport du Trésorier. 1
LACROIX (A.). — Epidote de Madagascar. 119
— Matériaux pour la Minéralogie de la France 36
— Note préliminaire sur les minéraux des mines de la vallée du Diahot (Nouvelle-Calédonie. 49
— Note additionnelle sur la pyromorphite de de la Nouvelle-Calédonie 120
LACROIX (A.) ET DES CLOIZEAUX. — Phénacite de Saint-Christophe-en-Oisans. . . . 33
LAVENIR (A.). — Sur la variation des propriétés optiques dans les mélanges de sels isomorphes 153
MICHEL LÉVY. — Détermination de la réfringence des feldspaths 75
— Production artificielle de la Powellite . . . 613
PISANI (F.). — Relation entre le poids atomique ou moléculaire des corps simples et composés solides et leur densité 88
PORCHER (l'Abbé E.). — Comptes rendus de Minéralogie 124, 225, 282
WYROUBOFF (G.). — Note préliminaire sur les cristaux de dextrotartrate et de lévotartrate neutre de rubidium. 77
— François-Ernest Mallard 241

Digitized by Google

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XVII

ABRÉVIATIONS USITÉES DANS CETTE TABLE

An.	Analyse.	*Gis.*	Gisement.
Const.	Constitution.	*Opt.*	Étude optique.
Crist.	Étude cristallographique.	*Reprod.*	Reproduction.

A

Actinote (gis.) (Da Costa-Sena), 267.
Aguilarite (Genth), 63.
Albite (Albepeyre) (Fouqué), 393.
— (Amelia-County) (Fouqué), 383.
— (Kirabinsk) (Fouqué), 388.
— (Minas-Geraes) (Fouqué), 388.
— (Modane) (Fouqué), 392.
— (Naresto) (Fouqué), 387.
— (Pfarrerberg) (Fouqué), 391.
— (Pfitsch) (Fouqué), 390.
— (Saint-Gothard) (Fouqué), 385.
— (Saint-Laurence) (Fouqué), 386.
— (Snarum) (Fouqué), 394.
Alunite (W. Cross), 65.
Analcime (an. opt.) (P. Franco), 281.
Anatase (Kuntz), 101.
— (K. Busz), 225.
Andalousite (L. Gentil), 27.
Andésine (Arcuenta) (Fouqué), 357.
— (Bodennais) (Fouqué), 354.
Andésine (Chenavari) (Fouqué), 350.
— (Francheville) (Fouqué), 353.
— (Marmagne) (Fouqué), 350.
— (Molompise) (Fouqué), 359.
— (Rochesauve) (Fouqué), 347.
— (St-Raphaël) (Fouqué), 351.
— (Snarum) (Fouqué), 356.
Andésites (Fouqué), 474.
Anglésite (gis.) (A. Lacroix), 51 et 56.
Anhydrite (B. Doss), 229.
Anomalies optiques (analcime) (P. Franco), 281.
— (azotate de Plomb) (P. Gaubert), 121.
— (azotate de (Barite) (P. Gaubert), 121.
— (du grenat (L. Gentil), 269.
Anorthite (Djibouti) (Fouqué), 320.
— (Etna) (Fouqué), 318.
— (Nakety) (Fouqué), 321.

Digitized by Google

Anorthite (Saint-Clément) (Fouqué) 316.
— (Somma) (Fouqué), 309.
Apatite (gis.) (A. Lacroix), 41.
Apophyllite (comp.) (Ch. Friedel), 142.
— (gis.) (L. Gentil), 11.
Argent natif (gis.) (A. Lacroix), 53.
Astrophyllite (an.) (L.-G.-Eakins), 98.
Atacamite (gis.), (A. Lacroix), 57.
Augite (A. Lacroix), 44.
Aurichalcite (Penfield), 58.
Axinite (Genth, Penfield et Pirsson), 62.
Azotate de baryte (an. opt.) (P. Gaubert), 121.
— **de plomb** (P. Gaubert), 107 et 121.
Azurite (Farrington), 61.
— (K. Zimanyi), 232.

B

Basalte (Fouqué), 430.
Bernardinite (const.) (S. Brown), 99.
Béryl (A. Lacroix), 47.
Beyrichite (Laspeyres), 129.
Biotite (gis.) (L. Gentil), 21.
Bismuthine (Genth), 64.
Bismutite (Genth et Penfield), 103.
Boléite (repr.) (Ch. Friedel), 6.
Bournonite (A. Schmidt), 124.
Brookite (Kunz), 104.
Brushite (gis.) (A. Gautier), 132.
Buratite (gis.) (A. Lacroix), 56.
Bytownite (Fouqué), 316.

C

Calcite (Pirsson), 57.
Carbonates (reprod.) (L. Bourgeois), 79.
Cassitérite (A. Lacroix), 39.
Cérusite (A. Lacroix), 52 et 56.
Chabasie (F. Gonnard), 275.
Chalcopyrite (A. Lacroix), 54.
— (Laspeyres), 129.
Chalcosine (A. Lacroix), 54.
Chessylite (A. Lacroix), 54.
Christianite (A. Lacroix), 45.
Cobaltine (Laspeyres), 131.
Columbite (W.-P. Blake), 58.
— (W.-P. Headden), 58.
Cookeite (Penfield), 223.
Cordiérite (comp.) (Farrington), 101.
— (L. Gentil), 27.
— (F. Gonnard), 272.
Corindon (A. Lacroix), 43.
Covelline (gis.) (A. Lacroix), 54.
Cuivre natif (gis.) (A. Lacroix), 57.
Cuprite (gis.) (A. Lacroix), 57.

D

Dacite (Fouqué), 571.
Datolite (gis.) (L. Gentil), 85.
— (Pirsson), 222.
Delessite (gis.) (L. Gentil), 20.
Dextrotartrate de rubidium (G. Wyrouboff),
Diaspore (W. Cross), 65.
Diopside (K. Busz), 225.
— (A. Schmidt), 230.

E

Eau de l'Océan (const.) (Chabrié), 220.
Epidote (A. Lacroix), 119.
Epsomite (Milch), 125.
Erubescite (gis.) (A. Lacroix), 54.
Ettringite (S. Moses), 224.
Eudyalite (Genth, Penfield et Pirsson), 62.
Evansite (gis.) (G. Schmidt), 280.

Digitized by Google

F

Feldspaths (opt.) (Fouqué), 281.
— (opt.) (Michel Lévy), 6 et 75.
Fer (gis.) (Rimball), 101.
Fer oxydulé (gis.) (L. Gentil), 22.
Fiorite (an.) (A. Damour), 151.
Frenzelite (Genth), 64.
Friedelite (L. Igelström), 232.

G

Galène (gis.) (A. Lacroix), 54.
Gismondine (F. Gonnard), 29.
Gmelinite (Pirsson), 99.
Grenat (anom. opt.) (L. Gentil), 269.
— (Kountze), 61.
— (A. Lacroix), 47.
— (Landero), 63.
Guanajuatite (Genth). 64.
Gypse (rep.) (A. Gorgeu), 8.

H

Haussmannite (C. Friedel), 10.
Hématite (B. Doss), 227.
Hessite (Genth et Penfield), 103.
Hornblende (L. Gentil), 81.
Hübnerite (Genth et Penfield), 102.

I

Idocrase (Boecker), 126.
Ilménite (A. Lacroix), 44.
Indices (A. Lavenir), 174.
Iolite (comp.) (Farrington), 101.

K

Kamacite (comp.) (Davison), 100.
Kermesite (Pjatnitzki),

L

Labrador (Chenavari) (Fouqué), 345.
— (Pico) (Fouqué), 337 et 340.
— (Rochesauve) (Fouqué), 346.
— (Santa Lucia) (Fouqué), 334.
Labrador-bytownite (Besseyre) (Fouqué), 331.
— (Calheta) (Fouqué), 333.
— (Capello) (Fouqué), 322.
— (Ribermba-Fayal) (Fouqué), 334.
— (Santa-Ursula) (Fouqué), 333.
— (Villers) (Fouqué), 328.
Labradorites (Fouqué), 471.
Laumonite (L. Gentil), 24.
Lévotartrate de rubidium (G. Wyrouboff), 77.
Libéthénite (A. Lacroix), 36.
Lunnite (A. Lacroix), 37.

M

Malacolite (Merrill et Packard), 103.
Masrite (D. Richmond et H. Off), 225.
Marshite (C.-W. Marsh), 277.
Martite (rep.) (Ch. Friedel), 150.
Mélilite (L. Gentil). 108.
Mésotype (A. Lacroix), 45.
Météorite (Barley), 101.
— (Foote), 102.
— (Kunz et Weinschenk), 102.
Métilacétanilide (crist.) (E. Artini), 280.

Digitized by Google

Microcline - anorthose (Groenland) (FOUQUÉ), 419.
— (Molompise) (FOUQUÉ), 418.
Minervite (A. GAUTIER), 132.
Mispickel (WEYBULL), 124.
Monticellite (GENTH), 63.
Mordenite (comp.) (CLARKE), 136.

N

Natrolite (GENTH et PENFIELD), 103.
Neige (cristaux) (NORDENSKIOLD), 141.
Néphéline (A. LACROIX), 43.
Newtonite (BRACKETT et J. FRANCIS), 65.
Norite (BARRAT), 108.

O

Octaédrite (KURZ), 104.
Œgyrine (LACROIX), 44.
Oligoclase (Backersville) (FOUQUÉ), 368.
— (Buö) (FOUQUÉ), 374.
— (Coromandel) (FOUQUÉ), 369.
— (Mexique) (FOUQUÉ), 372
— (Mineral Hill) (FOUQUÉ), 371.
— (Molompise) (FOUQUÉ), 376.
Oligoclase-albite (Arendal) (FOUQUÉ), 383.
— (Colton) (FOUQUÉ), 378.
— (Ramfoss) (FOUQUÉ), 381.
— (Zillerthal) (FOUQUÉ), 384.
Oligoclase-andésine (Alagnon) (FOUQUÉ), 362.
— (Château-Richer) (FOUQUÉ), 365.
Oligoclase - andésine (Salem) (FOUQUÉ), 364.
— (Tvedestrand) (FOUQUÉ), 367.

P

Penfieldite (GENTH), 222.
Peristérite (FOUQUÉ), 386.
Phénacite (DES CLOIZEAUX et LACROIX), 33.
Phonolites (FOUQUÉ), 550.
Phosphates (HEADDEN), 64.
Phosphate d'alumine (A. GAUTIER), 132.
— **de chaux** (A. GAUTIER), 132.
Piézoeleotricité (C. SOMIGLIANA), 281.
Plattnérite (YALES et AYRES), 135.
Plessite (DAVISON), 100.
Poids atomiques (PISANI), 89.
Pollucite (H.-L.-WELLS), 60.
Polycrase (HIDDEN et MAC INTOSCH),
Polychroïsme (P. GAUBERT), 121.
Pouvoir rotatoire (WYROUBOFF), 77.
Powellite (MELVILLE), 59.
— (repr.) (L. MICHEL),
Propagation de la Chaleur (Ed. JANNETTAZ), 141.
Pseudobrookite (B. DOSS), 227.
— (TRAUBE), 127.
Ptilolite (CLARKE), 136.
— (CROSS et EAKINS), 164.
Pyrargirite (K. BUSZ), 226.
Pyromorphite (A. LACROIX), 53 et 120.
Pyroxène (A. SCHMIDT), 229.
Pyrite (épigénie) (Ch. FRIEDEL), 11.
— (H. LASPEYRES), 131.
— (J. MOSES, 224.

Q

Quartz (macle) (P. GAUBERT), 107.

Digitized by Google

R

Réflectomètre de Pulfrich (Lavenir), 102.
Rectorite (Brackett et J. Francis), 65.
Rhyolites (Brackett et Penfield), 98.
Ripidolite (A. Lacroix), 48.
Roches volcaniques (Fouqué), 281.
— (île de Milo) (Fouqué), 571.
— (Peloponèse) (Fouqué), 589.
— (Santorin) (Fouqué), 597.
Rubis (Kunz), 104.
Rutile (Headden et Pirsson), 60.

S

Scorodite (K. Busz), 225.
Sels isomorphes (opt.) (A. Lavenir), 153.
Sel de Seignette (opt.) (A. Lavenir), 179.
Serpentine (F. Gonnard), 276.
Sidérose (A. Lacroix), 39.
Soufre (K. Busz), 225.
— (Ch. Friedel), 266 et 611.
Sphène (Genth, Penfield et Pirsson), 62.

T

Tantalite (Headden), 58.
Tartrate ammonique (opt.) (A. Lavenir), 189.
— **potassique** (opt.) (A. Lavenir), 193.
Téphrites (A. Lacroix), 46.
Tœnite (Davison), 100.
Topaze (A. Lacroix), 73.
— (Souheur), 127.
Tourmaline (A. Lacroix), 47.
Trachyte (F. Gonnard), 274.
— **andésite** (Fouqué), 551.
Tscheffkinite (anal.) (L.-G. Eakins), 98.

U

Uranotile (P. Pjanitzky), 231.
Uraninite (Hillebrand), 101.

V

Vivianite (A. Lacroix), 39.

W

Wylliamite (Pittmann), 278.

X

Xénotime (O.-A. Derby), 61.

Z

Zéolithes (A. Lacroix), 43.
Zincite (Grosser), 178.

Le Secrétaire, gérant,

P. GAUBERT.

Paris. — Imprimerie CHAIX (Succ. B), 5, rue de la Sainte-Chapelle. — 2700-94.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google